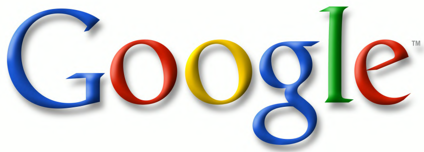
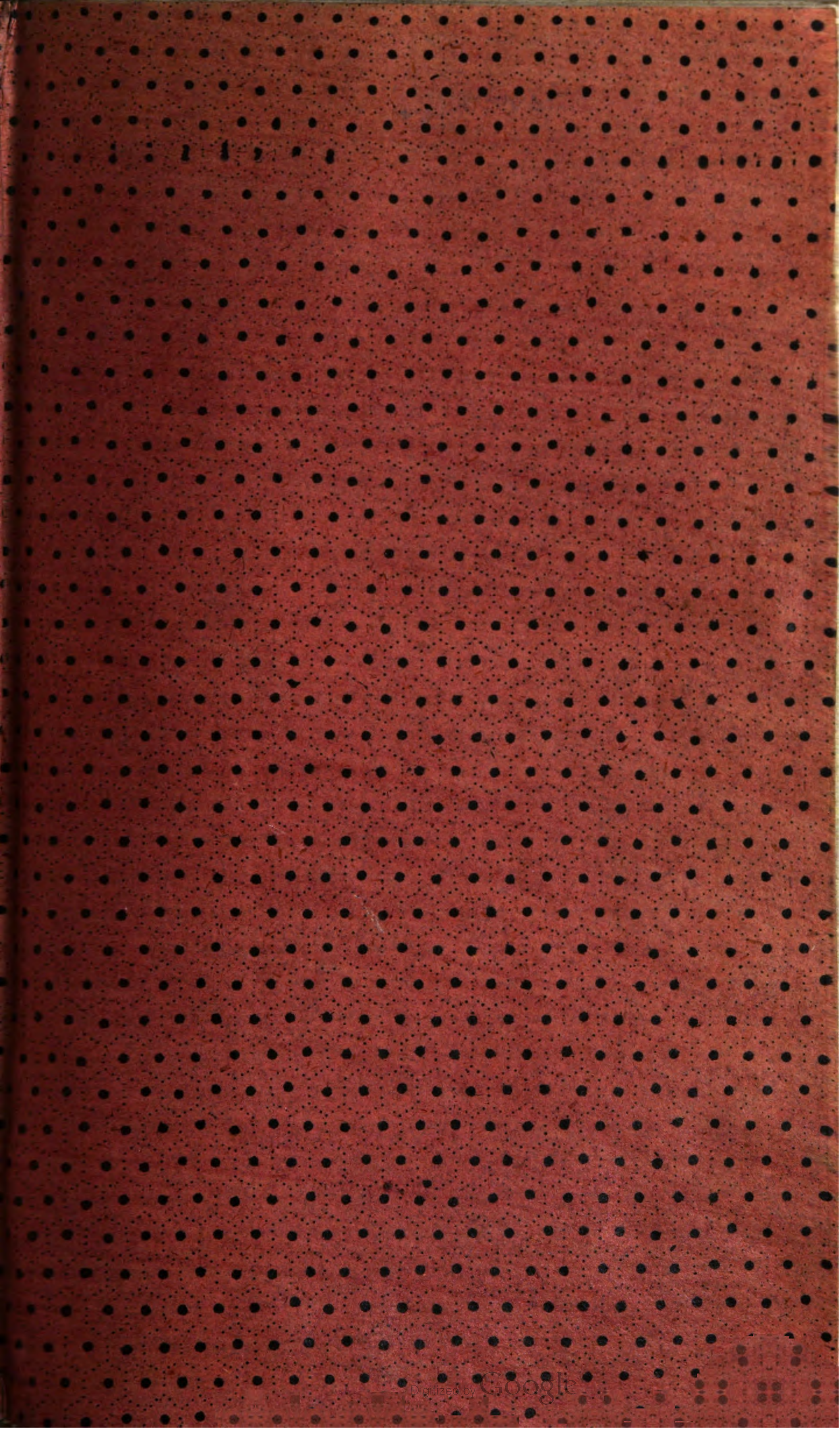






ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRESDEN U. ZU JENA, U. D. PHYS. GESS. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, MARBURG UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SIEBEN UND SECHZIGSTER BAND.

NEBST ACHT KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1821.

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND DER
PHYSIKALISCHEN CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRESDEN U. ZU JENA, U. D. PHYS. GES. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, MARBURG U. ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SIEBENTER BAND.

NEBST ACHT KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
BEI JOH. AMBROSIUS BARTH
1821.

Inhalt.

Jahrgang 1821. Band 7.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1821, ERSTES STÜCK.

I.

Betrachtungen über die Natur und die Ursachen des Nordlichts;

von Biót in Paris.

(E. Vorles. gehalt. in d. öffentl. Sitz. d. vier paris. Akad. d. 24 April 1820)

Frei bearbeitet und mit einigen Anmerkungen von Gilbert *).

Das Nordlicht ist ein leuchtendes Meteor, welches zufällig Nachts am nördlichen Himmel, bald als ein unbestimmter der Morgenröthe ähnlicher Schein nahe am Horizonte, bald als eine dichte dunkle Wolke erscheint, von der Raketen ähnliche Strahlen phos-

*) Nach drei Stücken des *Journal des Savans;* die Rubriken rühren von mir her, die Urschrift hat sie nicht. Ich hoffe es sey mir gelungen im Deutschen Hrn. Biot's geistreichen Vortrag frei so wieder zu geben, wie es sich zum Vorlesen in einer gemischten Versammlung in den ernsten und in den schönen Wissenschaften ausgezeichneter Männer ziemt, und lade meine Leser ein, damit eine Probe durch Vorlesen dieses Auf-

phorischen Lichtes ausgehen *), welche die Atmosphäre in einem Augenblicke durchfliegen und erhellen. Ueber die Ursach einer so merkwürdigen Erscheinung konnte es an Vermuthungen nicht fehlen; auch haben wir deren eine Menge, von Gelehrten wie von Unwissenden erhalten, sie tragen aber insgesammt mehr oder weniger den Abdruck der Vorurtheile, welche zu ihren Zeiten unter dem Volke und in den Wissenschaften herrschten. Unter den Alten, die auf das gröbste abergläubisch waren, galten diese am nördlichen Himmel hinfliegenden Feuer für kämpfende Heere, und ihr Erscheinen für Unglück verkündend. Erst seitdem man vor etwa zwei Jahrhunderten beobachten gelernt hatte, und nun, zu Newton's und Halley's Zeit, das Nordlicht nach langem Ausbleiben in unsern Gegenden Europas wieder häufiger zu erscheinen anfing, ist es ein Gegenstand der Beobachtung für die Physiker, und ein bewundertes Schauspiel für alle geworden.

1. Aeltere Hypothesen vom Nordlichte.

Der berühmte Astronom Halley, der zuerst die Erscheinungen des Magnetismus der Erde zusammen gefaſst und zu erklären versucht hat, schrieb das Nordlicht den Wirbeln der magnetischen Materie zu, welche nach Descartes Ideen beständig die Erde von Süden nach Norden mit ungeheurer Geschwindigkeit durch-

satzes in gemischter Gesellschaft ihrer Kreise zu machen; denn an den öffentlichen Vorlesungen in den Pariser Akademien nehmen auch gebildete Frauenzimmer stets Antheil. *Gilb.*

*) *d'où partent des fusées phosphoriques.*

strömen, und da, wo sie aus ihr austreten von selbst oder durch irdische Stoffe, die sie mit fortreissen, leuchtend werden sollten *). Späterhin gab man indess diese Wirbel auf, deren Wirklichkeit durch nichts dargethan war; und als die neuere Chemie bis dahin unbekannte Erscheinungen von Verbrennen und Detoniren kennen gelehrt hatte, wollte man das Nordlicht einem freiwilligen Verbrennen salpetriger oder schwefliger, aus der Erde aufsteigender Dünste zuschreiben; man konnte diese jedoch nicht nachweisen, und die Meinung widerlegte sich von selbst, als man die einzelnen Umstände der Erscheinung des Nordlichts damit verglich.

Eine gelehrte, oder vielmehr verwickelte Hypothese, welche sehr berühmt geworden ist, rührt von Mairan her, der sie in seinem Werke von dem Nordlichte aufstellte. Die Astronomen hatten damals entdeckt, dass um die Sonne ein höchst feiner leuchtender Dunst vorhanden ist, der die

*) Ein grosses Nordlicht, das am 6 März 1716 erschien, wurde von Halley in London, und von Cotes in Cambridge beobachtet, und von beiden in den *Philosophical Transactions* (von ersterem in No. 347 S. 406, von letzterem in No. 365 S. 66) beschrieben; und dieses sind die ersten genauen Beobachtungen, welche wir von einem Nordlichte haben. Halley hatte sich viel mit den Meteoren beschäftigt, und dennoch pries er sich glücklich, dieses beobachtet zu haben, da ihm ein solches noch nicht vorgekommen sey; ein Beweis, dass sie damals wenigstens sehr selten waren. Cotes führt indess ein anderes Nordlicht an, das er vor acht Jahren beobachtet habe, also im J. 1707, aus welchem Jahre sich ebenfalls Boobachtungen von Nordlicht, die Römer in Copenhagen [am 1 Febr.] gemacht hatte, in den *Miscellan. Berolinens.* t. 1, finden. [dort auch

Gestalt einer flachen Linse hat, welche so läge, dass sich ihr Rand in der Ebene des Sonnen-Aequators befände, und dessen sichtbare Gränzen sich weit über die Bahnen des Merkur und der Venus hinaus erstrecken. Man nennt diesen leuchtenden Dunst das Zodiakal-Licht, und Dominicus Cassini war der erste, der ihn bemerkt hat, im J. 1683. Mairan zu Folge wird das Nordlicht aus einzelnen Haufen dieses Dunstes gebildet, denen die Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne begegnet, und die sie mit sich fortführt. Es macht in dieser Hypothese grosse Schwierigkeit, den Dunst nach den Polen gelangen zu lassen, um von da aus sich durch die Atmosphäre mit der grossen Geschwindigkeit zu bewegen, welche die Strahlen des Nordlichts oft zu haben scheinen, und ihnen dennoch die Regelmässigkeit zu erhalten, mit der sie sich fast immer zeigen. Mairan besass jedoch viel Geist und verband damit eine unerschütterliche Halsstarrigkeit, so dass er sich durch die

eine Nachricht Leibnitzen's von einem am 6 März 1707 zu Berlin beobachteten Nordlichte, das aus zwei genau nach Norden gerichteten concentrischen Bogen bestand. *G.*] Frühere Nachrichten von Erscheinungen von Nordlichtern kommen erst wieder aus dem J. 1686, und 3 oder 4 Jahr vorher, und dann erst wieder aus dem J. 1621 vor. Im letzten Jahre war das berühmte von Gassendi beobachtete Nordlicht, das man in ganz Europa gesehen hat. Diese Unterbrechungen sind indess, der Wahrscheinlichkeit nach, für kein vollkommenes Ausbleiben des Meteors, sondern für blosse Nachlassungen in der Stärke desselben in den Gegenden Europas zu halten, wo man sich vorzüglich mit den Wissenschaften beschäftigte; für aufmerksame Beobachter in den Polar-Ländern möchte, sehr wahrscheinlich, das Nordlicht auch dann nie aufgehört haben sichtbar zu seyn. *Biot.*

stärksten entgegenstehenden Gründe nicht erschrecken liess. Er verfocht seine Hypothese rühmlichst, und selbst siegreich gegen die Angriffe Euler's, des grössten Mathematikers des Jahrhunderts. Was ihm indess diesen Sieg erleichterte, war, dass Euler ebenfalls eine Hypothese aufstellte, und das Nordlicht aus Lufttheilchen erklären wollte, welche der Stoss der Sonnenstrahlen von den äussersten Schichten der Atmosphäre forttreibe, bis in solche Fernen, dass die Rundung der Erde kein Hinderniss mehr sey sie beständig von der Sonne erleuchtet zu sehen; ein wahrer Cometen-Schweif, den die Erde mit sich um die Sonne führen müsste. Einem Beobachter konnte es nicht schwer werden nachzuweisen, dass diese Hypothese mit den einzelnen Umständen beim Nordlichte nicht zu vereinigen war, und dieses that Mairan mit vielem Eifer und mit Erfolg *). Seine Hypothese, die lockerer und daher den beobachteten Thatsachen leichter anzuschmiegen war, erhielt fast allgemein den Vorzug,

*) Euler hat diese Hypothese in den Schriften der Berliner Akademie vom J. 1746 vorgetragen, und Mairan sie in der zweiten Auflage seines *Traité de l'aurore boreale* widerlegt, welchem er mehrere Abhandlungen unter der Ueberschrift *Eclaircissemens* beifügte. Aber wie konnte, wird man fragen, Euler, der das Emanations-System verwarf und das der Schwingungen eines sehr elastischen Aethers annahm, um die Licht-Erscheinungen zu erklären, damit die Idee einer den Lichttheilchen zukommenden Kraft zu stossen vereinigen? welches um so sonderbarer ist, da Euler sich selbst diese Frage vorlegt. Er antwortet, man müsse sich die Schwingungen des Aethers zwar auf unendlich nahe Gränzen in ihren Excursionen beschränkt denken, aber dennoch könnten sie kräftig genug seyn,

und war wenigstens darin nützlich, dass sie eine Zeit lang verhinderte, dass man nicht andere machte. Bei dem Eifer jedoch, mit dem die Beobachter in allen Ländern jede Gelegenheit benutzten diese Hypothese mit dem Hergange in der Natur zu vergleichen, war nach wenigen Jahren ihr Glanz völlig verschwunden.

2. Magnetische und electrische Natur des Nordlichts.

Indem so eine Chimäre zu Grunde ging, gewann man aber Wahrheiten: man fand ganz neue Eigenthümlichkeiten an diesem Meteore. Zwei Beobachter in Schweden, Celsius und Hiorter, bemerkten im J. 1740, dass während der Erscheinung eines Nordlichts die Magnetnadeln fast immer in unregelmässige Schwankungen gereithen, nicht-magnetische Nadeln, z. B. kupferne, dagegen völlig in Ruhe blieben *). Beim Vergleichen von Beobachtungen dieser Art, die gleichzeitig an sehr von einander entfernten Orten, wie zu Upsala und zu London, gemacht worden waren, fand

um leichte Körper, gegen die sie wirkten, schnell vor sich her zu treiben. Sein Genie führte ihn vorzüglich zu rein analytischen Forschungen, und bei dieser abstrusen Geistesrichtung waren für ihn die materiell bedingten Betrachtungen der Physik nur ein Gegenstand, auf den sich die Rechnung anwenden liess: fand nur seine Leidenschaft zu rechnen Nahrung, so kümmerte es ihn wenig, ob ein Roman von der Natur, oder der wahre Hergang sich daraus ergab (?) *Biot.*

*) Diesen letztern Umstand, der sehr wesentlich ist um die wirklich magnetische Natur des Phänomens ausser allem Streit zu setzen, hat Hr. van Swinden bewährt (*Mem. pres. des Sav. etr.* t. 8 p. 476). *Biot.*

ſich, daſs dieſelben Bewegungen der Magnetnadel ſich an beiden Orten und zwar deſto ſtärker geäuſsert hatten, je lebhafter und je weiter am Himmel verbreitet das Nordlicht geweſen war. Ein blaſſer, niedriger und ruhiger Schein am nördlichen Horizonte ſtörte die Magnetnadel nur ſehr wenig oder kaum merklich; und daſſelbe war der Fall, wenn das Meteor zwar hoch am Himmel ſtand, ſeinen Hauptſitz aber in der Verlängerung der lothrechten Ebene hatte, in welcher die Magnetnadel, wenn ſie in Ruhe iſt, ſchwebt; welche Ebene man den *magnetiſchen Meridian* nennt.

Dieſe Bemerkungen führten noch auf andere derſelben Gattung. Wenn nämlich die leuchtenden Strahlen in Menge erſcheinen, und entweder die Luft ganz ruhig iſt oder der Wind gleichförmig bläſt, ſo ordnet ſich die Subſtanz des Meteors faſt immer in einen oder mehrere concentriſche, den Regenbögen ähnliche *Kreisbögen*, die bald weiſs, bald in den lebhafteſten prismatiſchen Farben erſcheinen. Immer liegen die gemeinſchaftlichen Mittelpunkte dieſer Bögen, und ihre höchſten Punkte, faſt genau in dem magnetiſchen Meridiane des Ortes, wo man ſie beobachtet, ſo daſs ſie ſymmetriſch um dieſe Ebene geordnet ſind. Und es findet nicht etwa dieſes Zuſammenfallen mit dem magnetiſchen Meridiane erſt jetzo Statt, ſondern es wurde ſchon bei den erſten Beobachtungen wahrgenommen, obgleich ſich die Richtung der magnetiſchen Meridiane ſeitdem in Europa bedeutend geändert hat. Die mittlere Richtung des Meteors über dem Horizonte eines jeden Ortes, muſs ſich alſo ſeitdem nach derſelben Seite zu, und um dieſelbe Gröſse, als die magnetiſche Abweichung verändert haben.

Ferner ereignet es sich nicht selten, daſs die leuchtenden Strahlen, welche von allen Theilen des östlichen, nördlichen und westlichen Horizontes auflodern, bis über den Scheitel des Beobachters in lothrechter Richtung hinauf zu schieſsen, und selbst über sein Zenith noch hinaus zu gehen scheinen. Sie pflegen dann durch ihre Vereinignng eine glänzende *Krone* zu bilden, deren Mittelpunkt unter dem Zenith nach Südosten zu, wenigstens in allen den Ländern liegt, wo man diese merkwürdige Eigenthümlichkeit des Phänomenes bis jetzt beobachtet hat. Bestimmt man die scheinbare Lage dieser Krone mit Hülfe eines astronomischen Instrumentes, oder der Sterne, die sich in ihr beim Entstehen zeigen, so findet sich allemal, daſs ihr Mittelpunkt genau an der Stelle des Himmels ist, nach welcher an dem Beobachtungsorte eine frei schwebende Magnetnadel hinweist, die in ihrem Schwerpunkte so aufgehängt ist, daſs sie sich ungehindert in diejenige Richtung drehen kann, welche die mittlere ist aller auf sie wirkenden magnetischen Kräfte des Erdkörpers.

Diese sonderbaren Beziehungen in den Erscheinungen des Nordlichtes zu der Richtung der magnetischen Kräfte, sind offenbar von der gröſsten Wichtigkeit in dem Studium dieses Meteors, weil sie physikalische Bedingungen begründen, die in der Natur desselben liegen, und von denen man in den Nachforschungen nach der Ursach derselben mit Sicherheit ausgehen kann. Hier einige *ältere* und *neuere Beobachtungen*, die durch ihre Zuverlässigkeit und durch die Natur des Details, welches sie angeben, sich am mehresten zu eignen scheinen, diesen wichtigen Charakter des

Nordlichtes darzuthun und den Grad der Zuverläſſigkeit auf den derſelbe Anſpruch hat, zu beſtimmen.

Im Jahre 1612, am 12 September, war das groſse in ganz Europa ſichtbare Nordlicht, welches Gaſſendi beobachtet hat, und das man in ſeinen Schriften t. 2 p. 107 beſchrieben findet. Aus ſeinen Worten geht hervor, daſs die Mitte des Bogens genau in Norden ſtand *); damals aber war die Abweichung der Magnetnadel in Frankreich höchſtens 1° oder 2° öſtlich.

Im Jahr 1716, am 6 März, bildete ſich bei dem von Halley und Cotes beobachteten groſsen Nordlichte, durch das Zuſammentreffen der feurigen Strahlen, eine Krone ſüdlich vom Zenith. Cotes ſchätzte das Azimuth derſelben auf 10° von Süd. nach Oſt zu, und das war ſehr nahe die Richtung, welche damals die Magnetnadel in England hatte, indem dieſe nach Halley im J. 1716 in London 12° weſtlich abwich. Halley ſetzt den Mittelpunkt der Krone in den Kopf der Zwillinge; dieſem entſpricht 20 oder 21° Zenith-Abſtand; und gerade nach dieſen Punkt des Himmels zu muſste damals eine frei ſchwebende Magnetnadel in England hinweiſen, da die Neigung damals von der heutigen wenig verſchieden war, und alſo 69 bis 70° betrug.

Im J. 1726 zog ein groſses in ganz Europa beobachtetes Nordlicht die Aufmerkſamkeit der Phyſiker

*) Er ſagt: *Albor ille ſeptentrionalis elatus jam fuit quadraginta et amplius gradus, videlicet pene ad ſtellam polarem; et cum, arcus in modum, formaretur, occupavit hinc inde ex horizonte gradus proxime ſexaginta; hoc eſt, parum abſuit quin aeſtivum ortum occaſumque attingeret.* Biot.

wieder auf dieses Phänomen, und veranlaſste P. C. Mayer in dem 4ten Bande der Schriften der Petersburger Akademie die Resultate einer Reihe von Beobachtungen von Nordlichtern bekannt zu machen, die er seit mehreren Jahren angestellt hatte. Der Mittelpunkt der Bogen fand sich bei allen ziemlich genau in dem Meridian, nach Norden, doch immer mit einer merkbaren Abweichung nach Westen. Die Abweichung der Magnetnadel war damals in Petersburg 2 bis 3° westlich.

Im J. 1784, den 23 Februar, zeigte sich in England ein starkes Nordlicht, und der geschickte Astronom Wollaston bestimmte die scheinbare Lage des groſsen Bogens, der sich bildete, nach den Sternen, bei welchen er von Cambridge aus gesehen erschien. Lord Cavendish hat diese Beobachtungen in den Schriften der Londner Societät für 1790 berechnet; es folgte aus ihnen, daſs die Mitte des Bogens um 18° westlich von dem wahren Meridian abwich. Die Abweichung der Magnetnadel in London war damals 23° 17′ westlich.

In den beiden Jahren 1792 und 1793 haben die HH. Dalton in Kendal, und Crosthwaite in Keswick eine groſse Menge sehr lebhafter und vollständiger Nordlichter genau beobachtet *). Häufig würde die Richtung der Bogen und der Krone, wenn sie zu Stande kam, durch sehr genaue Beobachtungen be-

*) Die umständliche Beschreibung und Vergleichung derselben, und der übrigen von 1786 bis 1793 von beiden Freunden beobachteten Nordlichter, findet sich in Hrn. Dalton's *Meteorological Observations and Essays. London* 1793, p. 54 f.

stimmt; und es ergab sich, daſs die Mitte der Bögen immer fast genau in dem magnetischen Meridiane lag, und der Mittelpunkt der Krone in der Verlängerung der Inclinations-Nadel *).

Im Jahr 1816, den 7 October, und im J. 1817, den 8 Februar, zeigten sich zu Christiania in Norwegen groſse Nordlichter, bei denen die Krone zu Stande kam. Hr. Hansteen bestimmte die Lage des Mittelpunkts derselben genau, und fand bei jenem das Azimuth 12° 11′, und die scheinbare Höhe des Mittelpunkts 73° 10′, welches genau die jetzige mittlere Richtung der magnetischen Kräfte zu Christiania ist; bei diesem aber des Mittelpunkts der Krone Azimuth 14° 57′ und die scheinbare Höhe desselben 74° 39′.

Im Jahr 1817, den 27 August, habe ich auf Unst, einer der Schetländischen Inseln, ein starkes Nordlicht beobachtet. Es bildete sich ein groſser Bogen, dessen beide Arme nahe am Horizonte beinahe lothrecht wurden. Ich bestimmte ihre Lage mit Hülfe meines Vervielfältigungs-Kreises, und am folgenden Tage durch sehr genaue Beobachtungen die Lage des magnetischen Meridians. Es fand sich, daſs die Mitte zwischen den beiden Bogen in der Richtung des mag-

*) Das Nordlicht, welches in einem groſsen Theile Europas am 22 October 1804 gesehen, und von dem Prof. Wrede in Berlin und mir in Halle gleichzeitig beobachtet, und späterhin von uns berechnet worden ist, verdiente hier auch wohl Erwähnung. Die Mitte der beiden concentrischen Lichtbogen, nach der Lage gegen die Sterne bestimmt, hatte ein Azimuth von ungefähr 14° westlich, und fiel also wahrscheinlich ebenfalls in die Ebene des magnetischen Meridians (s. diese Annal. B. 18 S. 254, B. 19 S. 52 und 249, B. 23 S. 30). *Gilb.*

netischen Meridians, bis auf ungefähr 4° genau fiel. Die Abweichung der Magnetnadel war ungefähr 28° 50′ westlich, nach den Beobachtungen des Kapitain Thomas, der die königl. Brigg *Investigator* befehligte.

Man sieht aus allen diesen Beobachtungen, dass die Richtungen, in welchen sich zu *einerlei* Zeit die Bogen und die Krone des Nordlichts an verschiedenen Orten zeigen, der jedesmaligen Verschiedenheit des magnetischen Meridians an diesen Orten entsprechen, und wie diese verschieden sind; und dass nicht minder zu *verschiedenen* Zeiten die Richtungen, in welchen das Meteor in Beziehung auf die Weltgegenden an ein und demselben Orte erscheint, gerade so wie die Lage des magnetischen Meridians daselbst verschieden sind. Zu allen Zeiten und überall nimmt also das Nordlicht die Richtung an, welche die mittlere der magnetischen Kräfte des Erdkörpers ist. Doch darf man dieses nicht für ein vollkommenes und unabänderliches Zusammenfallen nehmen: denn es zeigen sich davon häufige Abweichungen in den Beobachtungen, welche in sehr nördlichen Gegenden gemacht worden, wie ich mich besonders durch Berechnung der Azimuthe mehrerer von Celsius in den Jahren 1736 und 1737 zu Torneo beobachteter Nordlicht-Bögen überzeugt habe. In diesen Gegenden, wo der in der horizontalen Richtung wirkende Theil der magnetischen Kraft nur schwach ist, weichen die Mitten der Bögen manchmal sehr bedeutend von dem magnetischen Meridiane ab, und bilden sich nicht selten mehrere Bögen, die nicht mit einander concentrisch sind. In dem Zenith-Abstand der Nordlichts-Krone zeigt sich weit mehr Beständigkeit, indem ihr Mittelpunkt bei Celsius Beobach-

tungen immer fast genau in die mittlere Richtung der magnetischen Kräfte fiel, selbst in den Fällen, wenn sich in der horizontalen Richtung desselben bedeutende Störungen fanden. Aehnliche Anomalien zeigen die Beobachtungen in südlichen Ländern, z. B. in England und in Frankreich, sind hier aber viel seltener. Es folgt daraus, daſs örtliche und zufällige Umstände die allgemeine Tendenz des Meteors sich nach den richtenden Kräften des Erdmagnetismus zu regeln modificiren können; und dieses Resultat stimmt, wie wir weiterhin sehen werden, in der That mit den wahrscheinlichsten Begriffen, welche wir uns von der Beschaffenheit und der Höhe des Nordlichts machen können, völlig überein.

Die Gelegenheit diese Abhängigkeit des Nordlichts von dem Erdmagnetismus zu bewähren, ist in den Gegenden, welche wir bewohnen, selten, und findet sich in der Regel nur im hohen Norden, wo das Nordlicht weit häufiger und stärker als bei uns ist. Sie blieb daher lange Zeit über unbeachtet. Bei den unerwarteten Entdeckungen, die im vorigen Jahrhunderte in den electrischen Erscheinungen gemacht wurden, und bei dem allgemeinen Interesse für sie, glaubte man dagegen eine so groſse Aehnlichkeit zwischen den Wirkungen des electrischen Lichtes und dem Nordlichte wahrzunehmen, daſs man an der gleichen Natur beider kaum noch zweifelte. Eine Aehnlichkeit, die sich wunderbar durch die Erscheinungen bestätigt fand, welche der geschickte englische Physiker Canton entdeckte, als er zum ersten Male einen electrischen Strom durch einen luftleeren, oder mit sehr

verdünnter Luft erfüllten Raum hindurch gehen liefs. Es zeigten sich fortdauernde Blitze und veränderliche Strahlen von Licht, die alle Farben des Prisma durchliefen, und bald plötzlich, bald durch unmerkliches Uebergehen, vom dunkelsten Violett zum blendendsten Weiſs übersprangen. Es schien nun nichts mehr zur Erklärung des Nordlichts zu fehlen, als daſs man die Luftelectricität so einrichtete, daſs sie ähnliche Strömungen in den hohen Regionen der Atmosphäre bilden konnte. Dieses auszuführen unternahm ein groſser Physiker, aber die Natur, der er schon das Geheimniſs des Blitzes entlockt hatte, schien ihn zu hintergehen, und dieses Mal gab uns der weise Franklin nichts als Vermuthungen.

Bei dieser Durchmusterung der verschiedenen Systeme, welche zur Erklärung des Nordlichts ersonnen worden sind, finden wir, daſs man bei jedem derselben eine der Eigenthümlichkeiten des Phänomens besonders in das Auge gefaſst, und nach ihr die Hypothese geformt, die übrigen aber unbeachtet gelassen hatte; so daſs in allen sich etwas Wahres findet, wenn gleich keine ganz wahr ist. Nach dem geringen Erfolg dieser Versuche zu schlieſsen, scheint es, man würde sicherer gehen, wenn man den umgekehrten Weg einschlüge; das heiſst, wenn man jede der beobachteten Eigenthümlichkeiten als eine von der Natur gegebene Bedingung betrachtete, und nachdem man die Wirklichkeit derselben dargethan und ihre Wichtigkeit erwogen hätte, sie zu einem Charakter der unbekannten Ursach des Phänomens machte.

2. Dalton's magnetisch-electrische Theorie des Nordlichts.

Vor etwa 30 Jahren hat dieses in der That Herr Dalton gethan, einer der geschicktesten Physiker, welche England besitzt, und, ich muss hinzufügen, einer der bescheidensten und aufrichtigsten; denn wahrscheinlich weiss man es nur durch ihn selbst, dass ihm hierin der anonyme Verfasser einer sehr merkwürdigen, kurz zuvor in einer englischen Zeitschrift erschienenen Abhandlung voran gegangen war *).

Hrn. Dalton's Ideen gründen sich hauptsächlich auf seine eigenen zu Kendal gemachten Beobachtungen. Es hat mir geschienen, als lasse sich ihnen mehr Evidenz und Allgemeinheit durch Verbindung derselben mit dem geben, was man an andern Orten beobachtet hat, und als könne man der Ursach des Phänomens selbst noch näher kommen, ohne sich in weitläufige Erörterungen einzulassen. Gleich ihm gestehe ich aber, dass sein Anonym dieser Ursach schon sehr nahe war, wenn er sie gleich noch durch einiges Ge-

*) Hr. Dalton hat seinen Untersuchungen über das Nordlicht ein eigenes Kapitel in seinem oben angeführten Werke p. 153 f. bestimmt, und zu Anfang desselben setzt er in einer Anmerkung (p. 154) die Hypothese des anonymen Verfassers auseinander, dessen Ideen so viel Aehnlichkeit mit den Seinigen haben. Diese erwähnte anonyme Abhandlung steht in der ersten, 1792 erschienenen Nummer einer Zeitschrift, welche ein Hr. Whiting, unter dem Titel *Mathematical, geographical and philosophical Delights* heraus gab. Ich war sehr begierig diese Abhandlung zu sehen, habe mir aber die Zeitschrift nicht verschaffen können. *Biot.*

wölk von Hypothesen sah, von dem ich sie hoffe befreien zu können *).

Ich bin zum Nachdenken über diesen Gegenstand durch die Reise veranlaſst worden, welche ich vor drei Jahren [in Auftrag der Akademie der Wissenschaften, zur Bestimmung der Länge des Secundenpendels daselbst. G.] nach den Schetländischen Inseln gemacht habe. Man sieht hier das Nordlicht oft in sei-

*) Des Hrn. John Dalton's, damals Professors der Mathematik und Physik an dem neuen Collegio zu Manchester, wie der Titel sagt, *Meteorological Observations and Essays*, Lond. 1792, handeln im *achten Essay* S. 152 bis 194 von dem Nordlichte. Dieser scharfsinnige Physiker entwickelte darin seine Theorie auf eine ganz geometrische und sehr genügende Weise. Längst schon hatte ich diesen Aufsatz in einer freien Bearbeitung für die Annalen bestimmt, sobald das Wiedererscheinen bedeutender Nordlichter dazu Veranlassung geben würde, und ich gebe diese Absicht nicht auf. In einer am 10 April 1793 gedruckten Ankündigung dieser seiner *Essay's*, hatte Hr. Dalton auf seine Entdeckungen über das Nordlicht, daſs es magnetischer Natur sey, als etwas ganz Neues aufmerksam gemacht, er hörte aber gleich darauf von einem jungen Manne, der auf sein Werk subscribirte, es finde sich von einem Unbekannten, in einem kürzlich erschienenen periodischen Werke, ein Versuch über das Nordlicht, unterschrieben *Amanuensis*, worin unter andern Vermuthungen auch die stehe, das Nordlicht werde durch den Magnetismus der Erde hervorgebracht; und dieser junge Mann lieſs für ihn die Abhandlung abschreiben aus der am 1 Mai 1792 herausgegebenen No. 1 der *Mathem., geom. and philos. delights*, die ein Hr. Whiting herausgab. Die sechs Conjecturen des Anonymus, wie sie Hr. Dalton ganz kurz angiebt, beweisen indeſs, wenigstens meiner Ueberzeugung nach, daſs die Ideen desselben über das Nordlicht noch ziemlich roh und unbestimmt waren, daſs Hr. Biot ihnen

ner ganzen Pracht, und selbst häufiger als in Schweden und in Norwegen. Ich wünschte sehnlichst Augenzeuge eines solchen Schauspiels zu seyn, denn bis dahin kannte ich nur die schwachen Spuren von Nordschein, welche man dann und wann in Frankreich sieht, und die sich, wie bekannt, seit vielen Jahren darauf beschränken, dass am nordwestlichen Himmel ein schwärzlicher, nur wenig über dem Horizonte sich erhebender Kreisbogen *) erscheint, aus dem manch-

hier zu viel Werth beigelegt, und dass Hr. Dalton volles Recht hatte zu äussern: „der sinnreiche *Amanuensis* werde sich freuen zu sehen, dass eine Verbindung zwischen Nordlicht und Magnetismus, auf die er wahrscheinlich zuerst gekommen sey (Halley's Abhandlungen kannte Dalton damals noch nicht), durch förmliche Beweise sich darthun lassen.“ Das grosse Lob, welches Hrn Dalton's Aufrichtigkeit im Anführen des anonymen Aufsatzes ertheilt wird, könnte zu der Meinung verleiten, bei unsern übermeerischen und überrheinischen Nachbarn gelte es für eine Tugend litterairisch gerecht zu seyn, und weder die Ansprüche anderer zu verschweigen, noch Fremdes sich zuzueignen. In Deutschland (und noch mehr bei den in ihrer Kenntniss dessen, was in der Naturlehre unter uns geschieht zu bewundernden Niederländern) hält man es immer noch für ein Kennzeichen gründlicher Gelehrsamkeit und reiner Liebe zur Wissenschaft, gegen andere gerecht zu seyn, was sie geleistet haben unverholen anzuerkennen und es zu berücksichtigen; nur solchen, denen es um das Scheinen zu thun war beim Bewusstseyn eigener Schwäche, oder denen es gar beliebt hat in der deutschen gelehrten Welt die Rolle der Marktschreier und Gaukler zu spielen, haben hiervon unrühmliche Ausnahmen gemacht. *Gilbert.*

*) Sollte wohl entweder heissen ein schwärzlicher Kreis-*Abschnitt*, oder ein *weisser* Kreisbogen. *Gilb.*

mal leuchtende Strahlen bis zu unbedeutenden Höhen heraufschiessen. Das war alles, was ich vom Nordlicht gesehen hatte. Der vortreffliche Mann, der mich mit so vieler Gastfreundschaft in seinem Hause auf der Schetländischen Insel *Unst* aufgenommen hat, Herr Th. Edmonston, machte mir von diesem Meteor einen ganz andern Begriff, und gab mir so ganz neue Umstände an, dass ich sie für übertrieben hielt. Aber am 27 August 1817 zeigte sich das Meteor, und nun schien mir alles, was man davon erzählt hatte, möglich zu seyn.

Wir erblickten zuerst in Nordost einige schmale Lichtstrahlen, die nicht hoch über dem Horizont heraufstiegen, und, nachdem sie eine Zeit lang da gestanden hatten, verlöschten. Aber 1½ Stunden darauf erschienen sie wieder, in derselben Himmelsgegend, aber sehr viel stärker, glänzender und ausgedehnter. Bald fingen sie an über dem Horizonte einen regelmäfsigen Bogen, wie den Regenbogen, zu bilden. Anfangs war der Umfang desselben nicht vollständig, aber nach und nach nahm er an Oeffnung oder Weite (*amplitude*) zu, und nach einigen Augenblicken sah ich von Westen her die andere Hälfte ankommen, die sich bildete, und sich in einem Augenblicke erhob, begleitet von einer Menge leuchtender Strahlen, welche von allen Theilen des nördlichen Horizontes hinzuliefen: und nun erhob sich der höchste Punkt des Bogens fast bis an das Zenith *). Dieser Bogen war anfangs schwe-

*) *Je vis venir de l'oeust l'autre moitié, qui se forma, s'éleva en un moment, accompagnee d'une multitude de jets de lumière.*

bend und unentschieden, als habe sich die Materie, die ihn ausmachte, noch nicht fest und bleibend geordnet: aber bald beruhigte sich die innere Bewegung in ihm *), und nun erhielt er sich in seiner ganzen Schönheit über eine Stunde lang, während er sich fast unmerklich nach Südost zu fortbewegte, als wenn ihn der sanfte Nordwest-Wind, der damals blies, dorthin führte. Ich hatte daher volle Zeit ihn mit Musse zu betrachten, und seine Lage mit dem Vervielfältigungs-Kreise, der mir zu den astronomischen Beobachtungen diente, zu bestimmen. Er umspannte einen Bogen des Horizonts von 128° 42', und sein Mittelpunkt befand sich genau in der Richtung der Magnetnadel. Der ganze Himmels-Raum, den dieser grosse Bogen nach Nord-West zu begränzte, wurde unaufhörlich nach allen Richtungen von leuchtenden Strahlen durchkreuzt, deren verschiedene Gestalten, Bewegungen, Farben und Dauer meinen Geist nicht weniger als meine Augen beschäftigten **). Gewöhn-

qui accouroient de tous les points de l'horizon du nord: alors le sommet de la courbure s'éleva presque au zénith.

*) *Cet arc fut d'abord flottant et indécis, comme si la matiere qui le composoit n'avoit pas encore pris un arrangement stable, mais bientôt toute son agitation se calma.*

**) *Toute l'étendue du ciel, que ce grand arc limitait du coté du nord-ouest, étoit incessamment traversée, dans toutes les directoins par des jets lumineux.* Diese Stelle sagt so deutlich, dass sich die Strahlen zwischen dem Bogen und dem von ihm umspannten Theile des Horizontes nach Nordwesten zu befanden, dass sich nicht wohl denken läßt, die andere Hälfte des Himmels zwischen dem Bogen und dem südöstlichen Hori-

lich war jeder dieſer Strahlen, wenn er anfing zu erſcheinen, ein bloſser Strich weiſslichen Lichtes; ſchnell aber nahm er an Gröſse und an Glanz zu, wobei er manchmal ſonderbare Veränderungen in Richtung und Krümmung zeigte. Hatte er ſeine vollkommene Entwickelung erreicht, ſo verengerte er ſich zu einem dünnen geradelinigen Faden, deſſen im Allgemeinen äuſserſt lebhaftes und glänzendes Licht von ſehr beſtimmter rother Farbe war, ſich dann allmählig ſchwächte und endlich erloſch, häufig genau an derſelben Stelle, wo der Strahl angefangen hatte zu erſcheinen. Daſs eine ſo groſse Menge von Strahlen fortdauert, jeder an ſeinem ſcheinbaren Orte, während der Glanz deſſelben unendlich viele Abwechſelungen erleidet, ſcheint zu beweiſen, daſs das Licht, womit dieſe Strahlen leuchten, kein zurück geworfenes, ſondern directes Licht iſt, und ſich an dem Orte ſelbſt entwikkelt, wo man es ſieht: auch habe ich darin keine Spur von Polariſirung entdecken können. Alle dieſe Feuer, und der Bogen ſelbſt, der ſie in ſeinem Umfang umſchloſs *), befanden ſich in einer gröſsern Höhe als

zonte ſey eigentlich gemeint. Auch die Ausdrücke in der folgenden Anmerkung, und der Umſtand, daſs keine Krone oder Glorie entſtand, beſtätigen dieſes. Die Strahlen, welche ich in dem groſsen Nordlichte am 22 Oct. 1804 ſah, gingen von dem weiſsen Bogen aus und ſchoſſen nach dem Zenith zuwärts, und gerade ſo bildet Wolf ein Nordlicht ab, welches er in Halle beobachtet hat, und zwar mit nicht langen, lothrechten Strahlen, welche alle längs des Bogens von demſelben ab aufwärts gerichtet ſind. *Gilbert.*

*) *Tous ces feux et l'arc même qui les embraſſoit dans ſon contour.*

die Wolken: denn diese bedeckten sie von Zeit zu Zeit, und die Ränder dieser Wolken schienen von ihnen erhellt zu seyn, war dieses anders nicht Täuschung. Auch der Mond, der damals sehr hoch über dem Horizonte stand, erleuchtete dieses erhabene Schauspiel, und die Ruhe seines Silberlichts war im sanftesten Contrast mit der lebhaften Bewegung der glänzenden Strahlenbüschel, mit denen das Meteor die Luft übergoſs.

Dieses betraf die allgemeinsten Umstände des Phänomens. Wir müssen nun aus ihnen die *Bedingungen* ableiten, unter denen es vorhanden ist, und zwar vor allen Dingen ausmachen, ob wir den Ort des Nordlichts *in unserer Atmosphäre oder ausserhalb derselben* zu suchen haben.

Hierüber läſst sich durch ein einfaches Mittel entscheiden. Hat es seinen Sitz ausser unserer Atmosphäre, so kann es an der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe keinen Theil nehmen, und müssen also die Strahlen, Bogen und glänzenden Kronen sich wie die Sterne von Osten nach Westen fortzubewegen und um die himmlischen Pole zu drehen scheinen. Befindet sich dagegen das Meteor in unserer Atmosphäre, so muſs es an der Axenumdrehung der Erde so gut als die Wolken Theil nehmen, und in Beziehung auf die irdischen Gegenstände unbeweglich erscheinen, oder gleich den Wolken nur zufällige Bewegungen zeigen. Alle Beobachtungen beweisen, daſs das letztere der Fall ist; die lange Unbeweglichkeit des Bogens, den ich von der Insel Unst aus sah, würde allein schon hinreichen, dieses ausser allem Streit zu setzen. Wir können daher mit Gewiſsheit behaupten, daſs

das Nordlicht eine Erscheinung ist, welche ihren Sitz in unserer Atmosphäre hat.

Nun aber ist es eine allgemein bekannte Sache, daſs hoch in der Atmosphäre stehende Gegenstände uns unter mehreren Täuschungen der Perspective erscheinen, von denen wir den Eindruck, den sie auf uns machen, befreien müssen, wenn man über ihre wahre Gestalt und Entfernung urtheilen will. So zum Beispiel erscheinen uns alle Sterne als wenn sie an einer und derselben hohlen Kugelfläche ständen, welche wir das Himmels-Gewölbe nennen, und doch stehen sie in unendlich verschiedenen Entfernungen von uns. Die ungeheuren Massen leuchtenden Dunstes, welchen die Kometen hinter sich her ziehen, und die ihre Schweife bilden, erscheinen uns auch als kreisförmig gekrümmt an diesem Gewölbe, obgleich sie sich geradlinig in den Himmelsraum erstrecken. Durch eine andere Art von Täuschung scheint es uns, wenn die Sonne hinter Gewölk steht und durch mehrere Oeffnungen desselben hindurch scheint und die Luft erleuchtet, als liefen alle diese Strahlen nach der Stelle hin zusammen, wo die Sonne verborgen steht, obgleich sie in der That alle parallel sind. Durch diese allgemeinen Wirkungen der Luft-Perspective müssen auch die Erscheinungen der leuchtenden Strahlen modificirt seyn, welche bei dem Nordlichte aufschieſsen, und dieses muſs man in Ueberlegung ziehen, wenn man das, was in der Wirklichkeit ist, entziffern will.

Die leuchtenden Strahlen des Nordlichts scheinen, von welcher Seite her man sie auch betrachtet, stets gröſste Kreise an dem Himmels-Gewölbe zu beschreiben, und ihre Richtung insgesammt nach dem Punkte

des Himmels zu nehmen, nach welchem eine ganz frei schwebende Magnetnadel *), wenn sie in Ruhe ist, hinweist. Daraus muss man schliessen, dass diese Strahlen in der Wirklichkeit cylindrisch, und der Richtung dieser Nadel parallel sind. Aber überdem zeigt jeder Strahl in seiner Länge Ungleichheiten der Dicke und des Lichts, von der Art, dass wir schliessen müssen, er sey aus einer Menge kürzerer Cylinder zusammen gesetzt, die von einander unabhängig sind, und einander zum Theil bedecken. Und dehnt man diese partiellen Anzeigen auf den ganzen Raum aus, in welchem das Meteor verbreitet ist **), so läst sich daraus mit geometrischer Strenge (?) folgendes schliessen: Das Nordlicht besteht aus einem Walde leuchtender Säulen, die alle der mittleren Richtung der magnetischen Kräfte, und folglich unter einander selbst parallel sind, in der Luft in fast gleicher Höhe schweben, und sich dem Beobachter in verschiedenen horizontalen Richtungen zeigen. Da diese Säulen in verschiedenen Abständen von dem Beobachter sind, so müssen sie ihm, den Regeln der Perspektive zu Folge, in verschiedenen Höhen zu schweben, sich auch einander zu bedecken scheinen, und zum Theil eine auf die andere projiciren, besonders wenn man sie nahe am Horizonte sieht, weil dann die Gesichtsstrahlen fast senkrecht auf ihre Längen sind. Dagegen müssen sie von einander

*) Die Abweichungs- und Neigungs-Nadel zugleich ist. G.

**) Was berechtigt uns aber hierzu, wenn wir keine nach dem magnetischen Pol hinwärts schiessende Strahlen, sondern Kreise oder ganz unbestimmte Lichtmassen sehen, wie sie oft bei schwachen Nordlichtern erscheinen? *Gilb.*

getrennt erscheinen, wenn sie sich weit genug über dem Horizonte erhoben haben, dass das Auge ihre Zwischenräume gewahr werden kann. Bewegen sie sich gemeinschaftlich mit einander fort, und eine Anzahl derselben wird über den Scheitelpunkt des Beobachters und den Punkt am Himmel hinaus geführt, nach welchem die ihnen parallele Neigungs-Nadel hinweist, so muss die Projection dieser Säulen auf das Himmels-Gewölbe um den eben genannten Punkt eine Krone oder einen leuchtenden Heiligenschein (Glorie) bilden, und es wird das Ansehen haben, als gingen von ihr nach allen Seiten Strahlen nach dem Horizonte bis zu der Höhe herab, bis zu welcher diese sich fortbewegenden meteorischen Säulen werden scheinen herab gekommen zu seyn. Alles dieses ist von Hrn Dalton durch geometrische Erörterungen vollkommen gut dargelegt und entwickelt worden, wahrscheinlich ohne dass er wusste, dass schon im Jahr 1716 Cotes, (von welchem Newton's Ausspruch bekannt ist, dass, wäre er leben geblieben, wir etwas wissen würden) diese Schlüsse gemacht, und dass Cavendish, der strengste der Männer von Genie, sie seitdem angenommen hatte; welches ich in der Absicht bemerke, um zu zeigen, dass man diese Folgerungen als streng erwiesen annehmen kann.

Diese Beschaffenheit der Nordlichts, auf welche uns die optische Betrachtung führt, wird durch mehrere sonderbare Einzelnheiten in der Erscheinung bestätigt, welche von der zufälligen Lage des Beobachters gegen die verschiedenen Theile des Meteors abhängen, und dann und wann wahrgenommen worden sind. Wenn z. B. die meteorische Säulenreihe (*colonnade*)

nachdem sie schon leuchtend geworden ist sich noch ganz im Norden des Beobachters und dem Horizonte nahe befindet, und nun nach Süden fortgetrieben wird, sich also dem Beobachter nähert, ohne dass die Säulen aus denen sie besteht verschwinden oder ihre Anordnung verändern, so muss dieselbe optische Wirkung Statt finden als bei den Bäumen eines Waldes, dem man sich nähert; das heisst, die östlich und die westlich von dem magnetischen Meridiane befindlichen Säulen müssen sich, jene nach Osten, diese nach Westen zu zu bewegen und dabei alle von einander zu entfernen scheinen, während die Säulen, die sich in der Ebene des magnetischen Meridians befinden, den Anschein haben werden unbeweglich da zu stehen, oder gerade nach dem Zenith hinauf zu steigen. Gerade so ist die Erscheinung von F. C. Mayer in Petersburg bei einem grossen Nordlichte am 16 November 1726 beobachtet worden *).

Ein anderer Fall, der unter besonderen, sehr selte-

*) Ich setze seine Worte selbst hierher; mit *trabs* bezeichnet er einen lothrechten Strahl, also eine unserer leuchtenden Säulen. Er beschreibt zuerst das Entstehen eines Lichtbogens, dessen höchster Punkt sich nicht genau in Norden befand, sondern davon sehr merklich nach Westen abwich. Dann fügt er hinzu: *Motus trabium mirus erat; quae enim in occidentali arcus parte exstabant, versus occidentem ferebantur; ad orientem ferebantur, quae in orientali arcus parte sitae erant: boreales autem trabes stabant immobiles. Ex hoc phaenomeno intellexi lumen moveri ex Nord-West versus verticem meum, id quod et sequentibus phaenomenis confirmatum est.* Man sieht, dass Mayer daraus gerade dieselbe Folgerung zog, welche die Regeln der Perspective nachweisen. *Biot.*

nen Umständen eintreten kann, ist, dafs die meteorische Säulenreihe nicht mit einem Male leuchtend wird, (denn diese Erleuchtung scheint stets etwas Zufälliges zu seyn), sondern dafs zuerst nur eine gewisse Anzahl von Säulen leuchten. Stehen diese Säulen so weit von einander ab, dafs sie einander nicht bedecken, so kann man sie getrennt, selbst einzeln, wahrnehmen. Dieses war der Fall bei dem grofsen Nordlichte im J. 1716, nach Halley's Beschreibung. Es zeigten sich kleine, parallele Säulen von gleichen Längen, deutlich von einander getrennt in einem Himmelsraume, den zwei leuchtende fast horizontale Streifen umgaben. Eine ähnliche Erscheinung dieser Art findet sich in einer Abhandlung Halley's aus dem J. 1719 aufgezeichnet (*Philos. transact.* No. 363, p. 1099). Er sah von Zeit zu Zeit in grofser Höhe Systeme von Säulen oder leuchtenden Streifen in der Luft erscheinen, die einer neben dem andern wie die Orgelpfeifen standen, und so plötzlich zum Vorschein kamen, als hätten sie hinter einem Vorhang gestanden, der schnell aufgezogen würde.

Nimmt man sich überhaupt die Mühe, die vielen Beschreibungen mit Aufmerksamkeit zu lesen, welche uns Beobachter in den nördlichen Ländern von Nordlichtern gegeben haben, so findet man darin eine Menge Einzelnheiten, die der Beschaffenheit des Meteors, wie wir sie nach den Gesetzen der Perspektive gefolgert haben, vollkommen entsprechen. Die zufälligen Abweichungen, welche man in dem Azimuth der Krone von dem magnetischen Meridiane bemerkt, darf man nicht als dieser Erklärung widersprechend ansehen; denn dieses Azimuth wird durch den horizontal-wir-

kenden Theil der magnetischen Kraft bestimmt, welcher in diesen Gegenden so ausserordentlich schwach ist, dass die kleinste störende Ursach den meteorischen Säulen eine andere azimuthale Richtung geben kann. Da das Meteor in unserer Atmosphäre ist, so reicht schon das Spiel der Winde und Luftströme zu solchen Störungen hin; und besonders muss dieses in den Gegenden des hohen Nordens Statt finden, wo, wie wir gleich sehen werden, das Meteor manchmal sehr niedrig, ja bis in die untern Schichten der Atmosphäre herab steigt.

4. Höhe und Geräusch des Nordlichts.

Nächst dieser allgemeinen Beschaffenheit ist die wahre Höhe des Meteors über der Oberfläche der Erde einer der wichtigsten Umstände, die wir kennen müssen. Es ist sehr häufig versucht worden, sie durch dieselben Mittel zu bestimmen, deren sich die Geometer bedienen, um Entfernungen unzugänglicher Gegenstände durch gleichzeitige Winkel-Messung mit astronomischen Instrumeten zu finden. Aber die Schwierigkeit hier einerlei Zeit und einerlei Gegenstand zu erlangen, macht das Verfahren sehr ungewiss; auch hat es zu sehr ungleichen Resultaten, von 20 bis 100 und mehr französ. Meilen Höhe, geführt. Eine noch grössere Ungewissheit herrscht über die Länge der meteorischen Säulen selbst, welche man durch ein ähnliches Verfahren zu messen versucht hat.

Da sich aus der Lehre von der Perspective darthun lässt, dass das Meteor in Säulenreihen erscheint, so setzen die Kreisbogen das wirkliche Vorhandenseyn einer Reihe von Säulen voraus, welche sich eine neben der

andern, in einerlei horizontaler Richtung senkrecht auf den magnetischen Meridian befinden; und in der That geht alles genau so vor sich, wie es der Fall seyn würde, wenn die Fortbewegung der leuchtenden Säulen von selbst (*spontanement*) in einer ruhigen Luft, kreisartig divergirend, wie wirkliche Wellen, von einerlei Mittelpunkt aus geschähe, als aus einem gemeinschaftlichen Heerd von dem sie ausgehen. Es könnte indeſs auch dann noch ein Bogen erscheinen, wenn das Fortbewegen der Säulen durch einen horizontalen Widerstand verhindert würde, zum Beispiel dadurch, daſs sie auf einem in der höhern Luft aus entgegengesetzter Richtung kommenden Luftstrom stieſsen, und sich an dessen Gränzen einige Zeit lang anhäuften. In diesem Falle müſste aber der entgegengesetzte Luftstrom nur gerade so stark seyn, daſs er das Fortschreiten der Säulen hemmte, und nicht so stark, daſs er sie zurücktriebe oder zerstreute; denn selbst wenn er ihren Parallelismus auch nicht störte, würde doch die Richtung eines solchen Luftstroms auf die Lage der Gränze Einfluſs haben, wo das Fortschreiten der meteorischen Säulen aufhörte, und würde daher der höchste Theil des Bogens nicht in dem magnetischen Meridian liegen können, wenn nicht ein ganz auſserordentlicher Zufall obwaltete. In der That hat man oft Bogen gesehen, die von dieser Richtung sehr merklich abwichen.

Wie ungewiſs übrigens auch die Ursachen seyn mögen, die diese Eigenthümlichkeit des Meteors [das ist die Erscheinung der Kreisbogen] bedingen, so ergiebt sich doch immer aus dieser Erörterung hinlänglich, wie unrichtig die von F. C. Mayer in den

Schriften der Petersburger Akademie der Wissenschaften, Th. 4, vorgeschlagenen Methode ist, die Höhe des Nordlichts aus der scheinbaren Höhe dieser Bogen und ihrer Oeffnung (*amplitude*) unter der Voraussetzung zu bestimmen, daſs sie Theile von Kreisen sind, deren Mittelpunkte in der Erdaxe liegen. Denn gesetzt auch, sie wären vollkommen kreisförmig, welches erst durch genaue Beobachtungen dargethan werden müſste, so ist doch auf jeden Fall so viel gewiſs, daſs ihr Mittelpunkt fast nie in der Erdaxe liegt. Ihr wahrer Pol scheint vielmehr der magnetische zu seyn; bevor aber nicht die Lage dieses Pols durch zuverläſſige Beobachtungen auſser Streit gesetzt ist, läſst sich aus der scheinbaren Höhe und Oeffnung der Bögen ihre wahre Höhe nicht berechnen.

Zu etwas Brauchbarerem scheinen gleichzeitige Beobachtungen der Höhe zu führen, welche diese höchsten Punkte der Bogen an verschiedenen Orten haben; doch sind auch die so erhaltenen Bestimmungen immer sehr ungewiſs.

Unter allen bisher versuchten Anwendungen dieser Methode scheint mir Cavendish's Bestimmung der Höhe eines in England im Jahr 1790 beobachteten Lichtbogens die mindest ungewiſſe zu seyn; und doch bemerkt Cavendish selbst (*Philos. transact. for* 1790), daſs wenn man die Beobachtungen um sehr kleine Gröſsen verändere, für die sich keineswegs stehen laſſe, oder wenn man die Data statt auf die Grundflächen auf die höchsten Punkte der Säulen beziehe, in den absoluten Höhen des Meteors sich auſserordentliche Verschiedenheiten finden, indem danach die Höhe seines Bogens entweder 50 oder 70 geogr. Meilen be-

trage. Ueberdem macht Cavendish mit Recht darauf aufmerksam, daſs, da die Säulen blos ein optisches Phänomen sind, sich mittelst ihrer die Höhe des Meteors nicht bestimmen laſſe, ungeachtet Mairan und Bergman sich ihrer dazu bedient haben.

Wenn wir indeſſen auch, dieser Gründe ungeachtet, zugeben, daſs einige von den Schätzungen, die man auf diese Art unter günstigen Umständen über die Höhe des Nordlichts erhalten hat, einiges Vertrauen verdienen, so können sie doch auf keinen Fall für etwas allgemein geltendes ausgegeben werden. Daſs das Meteor, manchmal wenigstens, sehr viel tiefer herabsteigt, als man diesen Schätzungen zu Folge glauben sollte, darauf scheint mir nicht nur die lebhafte und beständige Bewegung der leuchtenden Strahlen *) zu deuten, sondern auch das gleichzeitige Fortschreiten aller Theile der Bogen als würden sie von einem leichten Winde fortgetrieben, und die langsame und regelmäſsige Fortbewegung der Flocken leuchtender Materie, welche nach Versicherung von Bewohnern des hohen Nordens man dort nicht selten einzeln in der Atmosphäre schweben sieht **).

Ich habe selbst am 6 September 1817 ein Phänomen dieser Art auf den Schetländischen Inseln erlebt. Eine dicke Wolke stieg langsam aus Nordwest an dem Horizonte herauf: sie trug in ihrem Innern den Heerd des phosphorischen Scheins, der bald zurück zu bleiben und zu erlöschen, bald voran zu schieſsen und die Ränder derselben zu erleuchten schien. Ich weiſs von

*) *agitation des jets phosphoriques.*

**) *séparés et flottant dans l'atmosphère.*

dieser phosphorescirenden Wolke *) keine richtigere Vorstellung zu geben, als indem ich sie mit den undurchsichtigen von hinten durch Lampen erleuchteten Wolken unserer Theater vergleiche. Indess bemerkte ich während einiger Augenblicke auf ihrer untern Fläche eine kleine Stelle, wo nur das Licht zwischen ihr und mir zu seyn schien. Als diese Wolke bis 45° Höhe angestiegen war, blieb sie eine Zeit lang stehen, und zog dann langsam nach Westen, immer von dem leuchtenden Wesen begleitet **); und einige Feuer-Strahlen (*jets de feu*), welche auch von dem Horizonte an der Nordseite aufschossen, beugten sich ebenfalls nach Westen, als wenn ein in der Höhe aus Südost kommender Wind das Meteor hier nach andern Gegenden führte. Aehnliche Erscheinungen habe ich am 14 September wieder gesehen.

Diese Beobachtungen, nach welchen das Nordlicht bis in die Region der hohen Wolken, geschähe es auch nur durch Zufall, herab zu kommen scheint, geben, wie mich dünkt, einer in allen Gegenden des hohen Nordens allgemein verbreiteten Meinung viel Wahrscheinlichkeit, dass man nämlich bei sehr lebhaften Nordlichtern *ein Brausen* (*bruissement*) *höre*, welches manchmal sehr stark werde. Ich weiss hinlänglich, wie wenig Vertrauen Aussagen des Volks verdienen, welche durch Furcht eingegeben, oder durch den täuschenden Schein schneller Bewegungen veranlasst seyn können: doch giebt es auch bei Aussagen dieser Art Grade der Wahrscheinlichkeit, und es würde eben so unphilosophisch

*) *nuée phosphorescente.*

**) *toujours accompagnée de son phosphore.*

seyn, sie geradezu zu verwerfen ohne sie zu untersuchen, als sie ungeprüft für wahr anzunehmen. Wer in den letzten dreissig Jahren sich damit beschäftigt hätte, das zu prüfen und zu sichten, was man Volks-Vorurtheile nannte, würde daraus haben eine gute Anzahl schöner Entdeckungen hervorziehen können. Ich für meinen Theil nehme keinen Anstand zu erklären, dass man, wenn man die Sache ohne Vorurtheil untersucht, bei der so auffallenden Uebereinstimmung der Zeugnisse nicht umhin könne, an das Brausen des Nordlichts als Thatsache zu glauben.

Der vortreffliche Physiker Muschenbroek, der um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Holland schrieb, führt an, alle Matrosen der Grönlandsfahrer versicherten diese Thatsache einstimmig. Noch bestimmter drückt sich darüber Gmelin in seiner Reise durch Sibirien aus. „So schön auch, sagt er, das Schauspiel eines Nordlichts ist, so glaube ich doch, dass man es schwerlich, das erste Mal wenigstens, ohne Furcht sehen würde; ein solches Getöse begleitet dasselbe, wie mir viele unterrichtete Leute versichern; ein Zischen und Brausen, wie bei den grössten Feuerwerken. Die Jäger, welche an der Küste des Eismeers auf die Jagd der blauen Füchse gehen, werden häufig von dem Nordlicht überfallen, und ihre Hunde erschreckt es so, dass sie nicht aus der Stelle zu bringen sind, und sich an die Erde legen, bis das Geräusch vorüber ist." Es giebt in der Landessprache einen eigenen Volks-Ausdruck um den Eindruck den das Phänomen macht zu bezeichnen. Alle, fügt Gmelin hinzu, stimmten überein diese Thatsache zu bezeugen *).

*) Hr. Patrin hat den Berichten Gmelin's in dies. Annal. B. 37

Ich kann versichern, dass die Uebereinstimmung in den Schetländischen Inseln nicht minder allgemein ist, obgleich man dort dem Meteore nicht eine so große Heftigkeit (*violence*) zuschreibt, wahrscheinlich weil diese Inseln nicht so weit nach Norden liegen. Hr. Edmonston, dem diese Stelle Gmelin's eben so unbekannt war, als mir, beschrieb uns das Geräusch des Nordlichts mit denselben Charakteren, und sprach davon als von etwas, das er gar manches Mal selbst ge-

S. 346 widersprochen; sie beruhten, meint er, blos auf ein Mährchen, das ihm in Jeniseisk 1741 erzählt worden sey, und bei 3 Nordlichtern, die Gmelin selbst gesehen habe, erwähne er keines Geräusches; Pallas, der 6 Jahre in Sibirien herumgereist sey, habe über Gmelin's Leichtgläubigkeit in diesem Punkte gelacht, und er selbst (Patrin) habe 9 Jahr an verschiedenen Orten Sibiriens zugebracht, und mehrere der vollständigsten Nordlichter gesehen, auch genau zugehorcht, aber nie ein Geräusch wahrgenommen, oder von andern, dass sie es wahrgenommen hätten, gehört. Nirgends gebe es mehr und lebhaftere Nordlichter als in Island und in Grönland; aber weder der Bischof Egede, der 15 Jahre in Grönland gelebt, noch der Prediger Horrebow, der 116 Nordlichter, die er in Island gesehen, beschrieben habe, erwähnten eines Geräusches. — Noch ein wichtiges Zeugniss ist das des Hrn von Buch im ersten Theile seiner Reise durch Norwegen S 361. Selbst im nördlichsten Theile Norwegens sind, sagt er, Nordlichter keine häufige Erscheinung, sondern etwa wie bei uns Gewitter. „Ein Zischen, ein Brausen, oder überhaupt nur das geringste Geräusch haben aufmerksame Beobachter weder in Nordland noch in Finmarken je dabei bemerkt. Ich habe danach viele bis zum Nordcap hin befragt; allein alle versicherten einstimmig, dass sie nur stille Nordlichter kennten, und nie etwas von Geräusch dabei erfahren hätten etc." *Gilb.*

hört habe; er verglich es vorzüglich mit dem Braufen (*bruiſſement*) eines grofsen Feuers. Bei dem grofsen Nordlichte, das ich in Unft beobachtet habe, war die Brandung des Meers an der Küfte der Infel, an welcher ich mich befand, zu heftig, als dafs ein folches Geräufch hätte können bemerkt werden. Auch wird nicht behauptet, dafs man immer das Geräufch des Meteors höre, fondern nur, dafs diefes manchmal der Fall fey, wenn gerade die leuchtenden Strahlen in grofser Anzahl vorhanden find, und fich mit der gröfsten Lebhaftigkeit bewegen, durchkreuzen und vermifchen. Man kann hierüber aufs Gerathe wohl jeden Einwohner der Schetländifchen Infeln befragen, nicht leicht wird fich einer finden, der nicht verficherte, diefes Geräufch gehört zu haben, der es nicht ganz auf gleiche Weife wie die andern befchriebe, und den es nicht verwundern follte, dafs irgend jemand daran zweifeln könne. Einige Grade weiter nördlich fcheint jedoch diefes Meteor noch fehr viel ftärker zu feyn. In einem Briefe, in welchem mir Hr. Edmonfton Nachricht von einem grofsen Nordlichte gab, das er am 1 November 1818 in Unft beobachtete, führte er an, er habe gerade zwei glaubwürdige Perfonen in feinem Haufe, welche auf der Fahrt von London nach den Schetländifchen Infeln vom Winde bis 63½ Grad Breite, alfo faft bis zur Höhe von Island hinauf getrieben worden waren, als diefes Nordlicht eintrat. Es machte ein folches Geräufch, dafs die Matrofen fich fürchteten auf dem Verdeck zu bleiben, und verbreitete ein fo ftarkes Licht, dafs es hinreichte um dabei den Schiffskompas zu beobachten.

Diesen vielen Zeugnissen zu Folge halte ich es für wahrscheinlich, dass das Meteor manchmal so tief herabkömmt, dass es hörbar wird. Und es scheinen mir die Reisenden Glauben zu verdienen, welche, wie Torbern Bergman (*Opuscula phys. et chimica* t. 5. p. 297) anführt, versicherten, auf dem Norwegischen Gebirge von dem Nordlichte umhüllt worden zu seyn, und dabei einen starken Schwefelgeruch um sich her verspürt zu haben. Dass ein Physiker von Bergman's Verdienst sich begnügen konnte, diese, wie er sagt, sehr verbreitete Meinung zu verwerfen, ohne der Sache weiter nachzuforschen, muss befremden. Sie sey ungereimt, meint er, weil die Luft in der Höhe der Nordlichter viel zu *dünn* ist, als dass sie ein hörbares Geräusch machen könnten, und er selbst habe bei aller Aufmerksamkeit nie etwas bei einem Nordlichte gehört. Welchen Täuschungen ist indess nicht selbst der beste Beobachter ausgesetzt, wenn er von einer Meinung eingenommen ist! — In den Schriften der Londner Gesellschaft der Wissenschaften findet sich ein am 18 November 1756 geschriebener Brief abgedruckt, eines Professors J. John am damaligen Collegium zu Edinburg, worin ein sehr grosses Nordlicht beschrieben wird, das sich wenige Tage zuvor gezeigt hatte. Der Verfasser erwähnt darin ausdrücklich des Geräusches, womit die Feuerstrahlen erschienen; er nennt es *a flashing noise*, und dieser Ausdruck ist sehr passend um das durch einen Luftzug oder eine *Flamme* verursachte Brausen (*bruissement*) zu bezeichnen. — Blagden in seiner Beschreibung eines Nordlichts vom 28 August 1783 führt an (*Philos.*

Transact. for 1784) Nairne sey überzeugt, er habe selbst zu Northampton das Geräusch des Nordlichts gehört; dieser geschickte Künstler verglich es mit dem Sausen eines Luftstroms (*a hissing or whizzing sound*), und einer seiner Arbeiter, der in der Hudsonsbai geboren war, bezeugte die Sache als dort bekannt *). Der geschickte Physiker Cavallo sagt irgendwo, er habe von Nordlichtern ein solches Geräusch gehört; und dasselbe behauptete der durch seine Aufmerksamkeit auf das kleinste Detail der himmlischen Erscheinungen und seine naive Genauigkeit im Beschreiben derselben bekannte Pariser Astronom Messier von dem Nordlichte, das er am 21 März 1762 in Paris beobachtet hatte (*Journ. des Savans* t. 6). Negative Zeugnisse, *dass kein Geräusch gehört worden sey*, können solche bejahende schwerlich aufheben, da diese nicht behaupten, dass *immer*, sondern nur dass *manchmal* bei Nordlichtern ein Geräusch gehört werde; und die völlige Uebereinstimmung in ihrer Beschreibung des Geräusches, giebt ihren Zeugnissen noch viel mehr Wahrscheinlichkeit **).

*) Nach Steward's Beschreibung der Prinz-Edward's Insel in der St. Lorenz-Bucht in Nord-Amerika, unter 46° nördl. Breite, zeigt sich dort das Nordlicht in allen Jahrszeiten, verkündigt gewöhnlich Südwind und Regen, fängt gewöhnlich in Norden an, steigt bis zum Zenith hinauf, erfüllt oft das ganze Himmelsgewölbe mit bläulichen, röthlichen und gelben Feuerstrahlen, und man kann, nach ihm, in stiller Nacht dort deutlich das Geräusch desselben hören. *Gilb.*

**) Herr de Chézy, der als Mitglied der Akademie der Inschriften mit beauftragt war, die in der öffentlichen Sitzung der vier Akademien vorzulesenden Aufsätze auszuwählen, bezeugte

5. Nochmaliger Ueberblick der Theorie.

Faſſen wir die hier entwickelten phyſikaliſchen Charaktere zuſammen, unter die ich, wie ich glaube, bisher keine Hypotheſe gemengt habe, ſo ſehen wir uns genöthigt folgendes anzuerkennen: Das Nordlicht beſteht aus wahren Wolken (*de véritables nuées*),

Hrn Biot ſeine Verwunderung, daſs er es für nöthig halte, zu beweiſen, daſs das Nordlicht in unſerer Atmoſphäre ſey; denn auſser derſelben, ſagte er, könne es doch unmöglich ſeyn, da man es manchmal *höre.* Und nun erzählte er, daſs er noch als Knabe, bei vollkommen ſtillem Wetter, um 10 Uhr Abends, auf einer von allen Wohnungen entfernten Wieſe, mit ſeinem Vater und deſſen Familie ein groſses Nordlicht geſehen habe; ſein Vater, ein gelehrter Ingenieur, von dem ſich in den *Mémoires des Savans étrangers* eine ſehr gute Abhandlung über die Conſtruction der Niveaux findet, war ſehr überraſcht ein Geräuſch zu hören, und machte ſeine Kinder darauf aufmerkſam als auf eine ſehr ſeltene und merkwürdige Erſcheinung. Hr. von Chézy beſchrieb das Geräuſch gerade ſo, wie es die andern Augenzeugen gethan haben. Ein ſo förmliches Zeugniſs von ſo aufgeklärten Perſonen, laſſe, meint Hr. Biot, gar keinen Zweifel an der Wahrheit der Sache übrig; und doch könne er es noch dadurch verſtärken, daſs der berühmte Phyſiker Hr. Charles ihm verſichere, er habe auch einmal Gelegenheit gehabt, das Geräuſch des Nordlichts zu hören, und daſs auch dieſer es genau mit denſelben Charakteren ſchilderte, deren ſich alle anderen, welche das Brauſen ſelbſt gehört zu haben verſichern, dazu bedient haben. *Biot.* [Dieſen Zeugniſſen verdient noch beigefügt zu werden, daſs auch Herr Dalton unter ſeinen ſehr vielen Beobachtungen von Nordlichtern, die er zu Kendal gemacht hat, eins aufführt, das er *very grand* characteriſirt, deſſen äuſserſt lebhafte und glänzende Strahlen am 1 Aug. 1788 von 10 bis 11 Uhr Abends faſt den ganzen Himmelsraum bedeckten, und bemerkt: *the were ſaid to be heard.* Gilb.]

welche gewöhnlich aus Norden kommen, und eine ziemlich leichte Materie oder ein so feiner Stoff sind, daſs sie sich lange Zeit in der Luft schwebend zu erhalten vermögen; sie können unter Umständen leuchtend werden, und sind, was man besonders nicht übersehen darf, für den Erdmagnetismus empfindlich, und reihen sich dem zu Folge von selbst in Säulen, welche sich gerade so nach der Erde zu richten, wie es wahre Magnetnadeln thun würden.

Nun aber kennen wir bis jetzt unter den irdischen Materien keine andern, deren Theilchen dem Magnetismus folgsam sind, als einige Metalle. Es ist daher wahrscheinlich, daſs die Säulen des Meteors, wenigstens groſsentheils, aus metallischen Theilchen von äuſserster Feinheit bestehen.

Daraus ergiebt sich aber sogleich eine andere Folgerung. Alle bekannten Metalle sind gute electrische Leiter; die verschiedenen Luftschichten aber sind gewöhnlich mit sehr ungleichen Mengen von Electricität angefüllt. Ein electrischer Drachen giebt am untern Ende seiner metallischen Schnur gewöhnlich Zeichen positiver Electricität, indeſs wir, Hr. Gay-Lussac und ich, bei unserer gemeinschaftlichen Luftfahrt *) an dem obern Ende eines Drahtes, den wir aus der Gondel in die tiefer liegenden Luftschichten herab gelassen hatten, Zeichen negativer Electricität erhielten. Es bieten daher die in der Luft schwebenden, aus metallischen Theilchen bestehenden Säulen des Nordlichts, welche in den Gegenden um den magnetischen Pol fast lothrecht hängen, den ungleichen Electricitäten der

*) Siehe diese Annal. Jahrg. 1805 B. 20 S. 1. *Gilb.*

Luftſchichten in verſchiedenen Höhen, mehr oder minder vollkommene Leiter dar. Uebertrifft das Beſtreben dieſer Electricitäten ſich gleichmäſsig zu verbreiten den Widerſtand, den ihnen die Unvollkommenheit des Leitungs-Vermögens der Säulen entgegen ſtellt, ſo müſſen die Electricitäten längs dieſen Säulen hinflieſsen, und dabei muſs ihr Weg *leuchtend* erſcheinen, wie das allgemein bei nicht ſtetigem Zuſammenhang der Leitung geſchieht. Geht dieſes Ueberſtrömen in ſehr hohen Regionen der Atmoſphäre vor, wo die Luft bei ihrer Dünnheit der Bewegung der Electricität nur wenig Widerſtand leiſten kann, ſo iſt das Ueberſtrömen von keinem Geräuſche begleitet, gerade ſo, wie in unſern luftleeren Röhren; erſtreckt es ſich aber bis in die untern Luftregionen hinab, ſo muſs hier nothwendig das Blaſen und das Kniſtern *) entſtehen, welche in der That das Nordlicht zu begleiten ſcheinen, wenn es bis zu der Oberfläche der Erde herab kömmt.

Noch folgt hieraus, daſs, da das Meteor nur durch dieſe zufällige Urſach ſichtbar wird, es in der Luft vorhanden ſeyn, und auf die Magnetnadel wirken könne, ohne daſs man es gewahr wird. Auch iſt es möglich, daſs es nur in gewiſſen Stellen glänzend wird, an allen andern dunkel bleibt, indeſs in andern Fällen, wenn das electriſche Gleichgewicht plötzlich und allgemein aufgehoben wird, ſich die ganze meteoriſche Säulenreihe in einem Augenblicke zu entzünden vermag. Endlich überſieht man hieraus, warum das Meteor an Stärke in dem Maaſse abnehmen muſs, als

*) *ce ſouffle et ces petillemens.*

die meteorischen Wolken weiter nach den südlichen Gegenden hinziehen: dort können sie sich nicht nur weiter ausbreiten, sondern es müssen auch die die Electricität leitenden Säulen, welche überall die Richtung der Magnetnadel annehmen, dort der horizontalen Lage sich immer mehr nähern, und folglich ihre beiden entgegengesetzten Enden in minder von einander entfernten Luftschichten haben, die eben deshalb mit minder verschiedenen Mengen von Electricität geladen sind. Ueberdem giebt in diesen südlichen Gegenden die grössere Feuchtigkeit den Luftschichten viel häufigere Gelegenheit sich zu entladen, als in den nördlicheren.

Alle diese den Beobachtungen völlig entsprechenden Folgerungen, ergeben sich, wie man sieht, aus der einzigen Idee, daſs die Säulen, welche das Nordlicht ausmachen, wenigstens grossentheils, metallischer Natur sind. Ihre Uebereinstimmung mit den Erscheinungen erhöhet daher gar sehr die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme, auf welche der Magnetismus der meteorischen Säulen uns zuerst hingewiesen hat; und die innere Verbindung und genaue Abhängigkeit, in welche die so zahlreichen und so verschiedenartigen Eigenheiten des Nordlichts mit einander unter dieser Idee treten, geben ihr einen Charakter von Realität, welchen man selten in denjenigen physikalischen Betrachtungen antrifft, die nicht der Wahrheit gemäſs sind.

Aber auſser den leuchtenden Strahlen *), die durch das bloſse Ueberströmen der Electricität zu entstehen

*) *jets lumineux.*

ſcheinen, kömmt in Nordlichtern noch ein anderes Leuchten vor, das man ſich ſchwerlich erwehren kann für eine Erſcheinung wahren Verbrennens in denjenigen phosphoriſchen Wolken *) anzuerkennen, die, wie viele Beobachter bezeugen, und ich ſelbſt geſehen habe, ſich manchmal von dem Heerde des Meteors ablöſen, das Princip ihrer Phosphorescenz mit ſich führen, und von Zeit zu Zeit leuchtende Strahlen ausſtoſsen **), welche Raketenartig eine Spur weiſsen Lichts in der Luft hinter ſich laſſen. Man muſs es daher wenigſtens als etwas Wahrſcheinliches zugeben, daſs die Materie des Nordlichts Subſtanzen enthalten kann, die fähig ſind ſich zufällig zu entzünden, ſey es von ſelbſt, oder durch electriſche Entladungen, welche in der Subſtanz, die dieſe Wolken in ſich ſchlieſsen, vorgehen, und von deren mächtiger verbindender Kraft unſere Laboratorien uns täglich Beweiſe geben.

Nachſchrift von Gilbert.

Um die Leſer nicht zu ermüden, mache ich hier einen Ruhepunkt, und verſpare die zweite Hälfte des Aufſatzes für das nächſte Heft. Hr. Biot bildet in ihr die Dalton'ſche Theorie weiter aus, und ſie iſt einigermaſsen ein für ſich beſtehendes Ganzes. Dafür ſey es mir erlaubt hier noch ein Paar Worte über Dalton's Theorie und Herrn Biots Darſtellung derſelben zu ſagen, und einige zuverläſſige Nachrichten von den Nordlichtern, wie ſie ſich in Norwegen und in Lappland zeigen

*) *nuages phosphoriques.*

**) *lancent par intervalles des jets de lumière.*

und gezeigt haben, zur Vergleichung mit Hrn Biot's Nachrichten und Erklärungen beizufügen.

Die Dalton'sche magnetisch-electrische Theorie des Nordlichts, welche Hr. Biot hier auf eine interessante, für das grössere Publikum berechnete Art entwickelt hat, war bisher völlig unbeachtet geblieben, und ist noch so gut als unbekannt, obgleich Hr. Dalton in dem, was er von seinen meteorologischen Beobachtungen zu Manchester im J. 1801 bekannt gemacht hat (diese *Annal.* B. 15 S. 205) ausdrücklich bemerkte: die von ihm von 1793 bis 1801 beobachteten Nordlichter (32, indess er blos im J. 1788 53 bemerkt hatte) bestätigen alle die Begriffe, welche er in seinen Essays von dem Nordlichte sich gemacht habe, dass nämlich ihre leuchtenden Strahlen cylindrisch, magnetisch, und sowohl einander als der magnetischen Neigung parallel sind, und ihren Mittelpunkt im magnetischen Norden zu haben scheinen. Erst als er sein Werk vollendet hatte, fand er, dass schon Halley ihm in der Meinung, das Nordlicht werde von dem Erd-Magnetismus verursacht, vorangegangen sey, und diese Meinung selbst schon durch einen Versuch zu unterstützen gesucht habe. Halley stellte nämlich einen sphärischen Magneten, oder eine sogenannte *Terella,* mit dem einen Pole auf ein mit Eisenfeile bestreutes Brett, und glaubte in den geraden und krummen Linien, in welche die Eisenfeile sich ordnete, etwas den Strahlen des Nordlichts Aehnliches zu sehen; das Licht des Nordscheins aber vermochte er nicht zu erklären, da man damals von der Electricität nur eben erst einige richtige Kenntnisse zu erwerben anfing. Die Physiker gingen in Halley's Vorstellungen von dem Nordlichte damals nicht ein; erst der oben angeführte *Anonymus* wies wieder auf den Magnetismus als Ursache des Nordlichts zurück, und Hrn Dalton gebührt der Ruhm, für die

magnetische Natur des Nordlichts den Beweis wirklich gegeben zu haben, so weit als dazu unsere bisherigen Mittel reichten.

Herr Biot übergeht in seiner Darstellung der Dalton'schen Theorie ganz zwei Haupt-Schwierigkeiten, die der Erklärung, wie sie von ihm hier vorgetragen ist, in dem Wege stehen, und die Hr. Dalton sehr wohl gefühlt zu haben scheint. Wie ist es möglich, dass Metalltheile, auf die der Magnet wirkt, seyen sie auch noch so fein, in solchen grossen Massen und Höhen, wie sie die Nordlicht-Säulen nach dieser Theorie haben müssten, [$1\frac{1}{2}$ deutsche Meilen dick, 15 d. Meilen lang, und an der Grundfläche in einer Höhe von 15 d. Meilen über der Erdfläche hängend, wie Dalton für ein am 30 März 1793 beobachtetes Nordlicht berechnete], geraume Zeit lang in der Atmosphäre schweben könnten, ohne zur Erde herab zu sinken? und wie wäre es möglich, dass durch sie hindurch, bei einer solchen Beschaffenheit, Fixsterne noch sichtbar bleiben könnten, wie das doch bei den Bogen und Strahlen des Nordlichts wirklich der Fall ist? Hr. Dalton gab seine dem Magnetismus gerade so wie das Eisen unterworfene (und nur in so fern von ihm *eisenartig* genannte) Materie des Nordlichts, für *gasartig* aus, und forderte die Physiker und Chemiker auf, in dieser Hinsicht die gasförmigen Körper zu prüfen.

Dass die neuesten Entdeckungen über die electrische Natur des Magnets und über die wahre Ursach des Magnetismus der Erde, von grossem Einfluss auf eine magnetische Theorie des Nordlichts seyn müssen, fällt in die Augen; doch sind wir noch nicht so weit, dass man sich dabei mit einigem Erfolg auf das Ausmalen einlassen könnte. Hrn Biot's Vermuthungen über die wahre Natur des Nordlichts, die diesen Entdeckungen um eine kurze Zeit vorangingen, verlieren daher durch sie noch nichts an Werth.

Gilbert.

II.

Einiges von Nordlichtern aus Lappland und aus Norwegen,

von Gilbert.

Nicht leicht haben Naturforscher eine bessere Gelegenheit gehabt sich über die Erscheinungen des Nordlichts im hohen Norden zu belehren, als die vier französischen Akademiker, welche in den Jahren 1737 und 38 die Messung eines Grades eines Meridians bei Torneo, an dem nördlichsten Ende des Botnischen Meerbusens ausgeführt haben. Im September und October stellten sie auf dem Berge Kittis bei Pello, in den beiden folgenden Monaten zu Torneo astronomische Beobachtungen an, um die Bogen-Länge ihrer Dreiecks-kette und die Lage derselben gegen den Meridian zu bestimmen; die zehn letzten Tage des Decembers massen sie auf dem mit Schnee bedeckten Eise des Torneoflusses zweimal eine fast 2 geogr. Meilen lange Grundlinie, beim hellen Schein der Nordlichter, und nur den übrigen Theil des Winters verlebten sie in den in Schnee vergrabenen Häusern zu Torneo. Ich übertrage hierher, was Hr. von Maupertuis von den Nordlichtern sagt *).

„Sobald das Dunkel der Nacht anfängt, erhellt ein tausendfarbiges und tausendfach gestaltetes Feuer den

*) *Mémoires de l'Acad. Roy. des sc. A.* 1737. *p.* 420. G.

Himmel, und ſcheint die Lichtbedürftige Erde für die lange Abweſenheit der Sonne entſchädigen zu wollen. Es hat keinen beſtimmten Stand, wie in unſern ſüdlicheren Gegenden. Zwar zeigt ſich oft in Norden ein ſtehend bleibender Lichtbogen, mehrentheils jedoch nimmt das Licht den ganzen Himmel ohne Unterſchied ein. Manchmal fängt es mit einem groſsen Gürtel (*écharpe*) klaren beweglichen Lichtes an, deſſen Enden auf dem Horizont ſtehen, und das den Himmel ſchnell durchläuft, nach Art wie die Fiſcher ihr Netz fortziehen, und dabei immer ſenkrecht gegen den Meridian bleibt *). Nach dieſem Vorſpiele pflegen ſich alle Feuer im Zenith zu vereinigen, und dort den Mittelpunkt einer Art von Krone zu bilden. Nicht ſelten ſtehen am Südhimmel Bogen, wie wir ſie nur nach Norden ſehen; manchmal in Süden und in Norden zugleich, deren höchſte Punkte ſich nähern, während ihre Enden nach dem Horizonte zu ſich von einander entfernen. Ich habe ſolche entgegengeſetzte Bogen geſehen, deren Scheitel ſich beinahe im Zenith berührten. Beide ſind manchmal von mehreren concentriſchen Bogen umgeben. Aller Gipfel iſt in dem Meridiane, doch mit einiger weſtlichen Abweichung, welche mir nicht immer dieſelbe zu ſeyn ſchien, und die manchmal unmerklich war. Einige dieſer Bogen haben ihre gröſste Breite über dem Horizonte, werden nach dem Zenithe zu ſchmäler, und bilden über demſelben mehr als die Hälfte einer groſsen Ellipſe."

„Man würde nicht endigen, wollte man alle Geſtalten, welche dieſes Feuer annimmt, und alle Bewegun-

*) Dieſem einiger Maſsen entſprechend zeigte ſich der Anfang des groſsen Nordlichts am 22 October 1804, den ich in Halle beobachtete (ſ. oben S. 11 a.) *Gilb.*

gen beſchreiben, in die es geräth. Bei der gewöhnlichſten Art der Bewegung hat es Aehnlichkeit mit Fahnen, die man in der Luft ſchwenkt, und nach den Nuancen der Farben, die es zeigt, könnte man es für groſse Streifen geflammten Atlaſſes nehmen. Manchmal kleidet dieſes Feuer einige Orte des Himmels in Scharlach. Ein Schauſpiel dieſer Art habe ich am 18 December zu Ober-Torneo geſehen, und es erfüllte mich mit Bewunderung, ſo ſehr ich auch an den Anblick des Nordlichts ſchon gewöhnt war. Gegen Süden zeigte ſich eine groſse Stelle des Himmels in einem ſo lebhaften Roth, daſs das ganze Sternbild des Orion wie in Blut getaucht war *); dieſes Licht ſtand anfangs ſtill, wurde aber bald beweglich, nahm andere Farben, violett und blau, an, und bildete eine Kuppel, deſſen höchſter Punkt nur wenig von dem Zenith nach Süd-Weſten zu abſtand; der hellſte Mondſchein benahm dieſem Schauſpiel an Schönheit nichts. Ich habe nur zwei ſolche rothe Nordlichter geſehen. Sie ſind auch dort ſelten, wo es Nordlichter von ſo vielen Farben giebt, und man fürchtet ſie als Vorboten groſsen Unglücks. Daſs daſs Volk in den Nordlichtern feurige Wogen, kämpfende Heere und hunderterlei Wunderdinge zu erblicken glaubt, wird ſehr erklärlich, wenn man hier Nordlichter geſehen hat."

*) *Alſo* ganz eine ähnliche Erſcheinung, als die von mir im vorhergehenden Hefte beſchriebene, welche ich am 6 Octob. 1819 bei Zürich ſah, nur daſs hier die ſich färbenden Stellen ziemlich im Scheitelpunkte ſtanden, und verſchwanden und wieder erſchienen ohne ſcheinbare Bewegung, wie ich das ſchon einmal in einer Sommernacht wahrgenommen hatte (ſiehe Ann. B. 30 S. 243). Das in der vorigen Anmerkung erwähnte Nordlicht fing mit einer ſolchen blutrothen Färbung einer Stelle des Himmels am nördlichen Horizonte an. *Gilb.*

So weit Hr. von Maupertuis, der von zischenden Nordlichtern nichts erwähnt, obgleich er in einer an Nordlichtern weit reichern Zeit als Hr. KHr. von Buch in Lappland war (vergl. oben S. 33). — Folgendes entlehne ich aus den durch die neuesten Entdeckungen an Wichtigkeit noch sehr gewinnenden „Untersuchungen über den Magnetismus der Erde" des Prof. Hansteen zu Christiania.

„Der Magnetnadel Zusammenhang mit dem *Nordlichte* ist so deutlich, allgemein und beständig, ... dass es selten oder nie fehl schlägt, dass sich nicht an Tagen, wenn die Nadel eine ungewöhnliche Bewegung hat, Nordlichter am Himmel zeigen, und öfters *brennen* sie am hellsten, während die Nadel am stärksten hin und her schwankt . . . . Die Nordspitze der Nadel scheint den Nordlichtern zu folgen und sich nach ihnen zu ziehen, wenn sie allein oder wenigstens am stärksten sey es in Westen oder in Osten angehäuft und brennend sind. Sehr oft hat mich so die Nadel, zumal wenn sich erst die Lichter entzünden, von ihrer Lage belehrt. Dagegen wurde sie weniger beunruhigt, wenn die Nordlichts-Wolke sehr niedrig stand, oder der Bogen nach der magnetischen Richtung gleichmässig bis zum Zenith und über dasselbe empor stieg, und die Flammen sich allenthalben gleich vertheilten; sie steht dann oft einige Minuten lang mit kleinen schnellen Bebungen still, wenn auch der Himmel mit Strahlenschüssen und Blitzen weit über das Zenith hinaus bis nach Süden überzogen ist. Selten läuft es dann aber ohne ungleiches Vertheilen der Flammen ab, welches sich sogleich durch grössere

Veränderungen in dem Stande der Nadel zu erkennen giebt."

.... „Was ich bisher gefunden habe, besteht darin, dass das Centrum der sogenannten *Nordlichts-Sonne*, (die bekanntlich nicht weit von Zenith steht, und bisweilen nach allen Himmelsgegenden die schönsten Strahlen verbreitet, gleichsam ein Zelt bildend) sich in derselben Richtung zeigt, welche die Neigungs-Nadel hat [vergl. oben S. 8 u. 11]. Diese Sonne ist, wie Cotes und andere richtig gezeigt haben, nichts, als eine optische Projection der nach dieser Richtung parallel emporsteigenden Strahlen des Nordlichts am eingebildeten Himmelsgewölbe. Die Nordlichts-Fammen steigen also gerade in derselben Richtung empor, welche die magnetische Kraft, wenn sie allein waltet, den Inclinations-Nadeln giebt.... Dass sie wirklich erst wenn sich diese Richtung ändert, auf die Inclinations-Nadel wirkt, habe ich mehrere Male deutlich bemerkt. So lange die Nordlichts-Krone an der gewöhnlichen Stelle stand, war die Neigungs-Nadel ruhig, gab es aber sogleich durch eine merkliche Veränderung von 10, 20, ja 60 Minuten zu erkennen, wenn dieser Mittelpunkt einige Grade höher hinauf oder weiter herab rückte; die Nordlicht- und die Magnet-Richtung änderten sich also zugleich. Die Abweichungs-Nadel senkte sich bei solchen Gelegenheiten mit ihrer Nordspitze merklich herab, wie ich das während des prächtigen rothen Nordlichts den 18 Jan. 1770 sah, oder schlägt aufwärts an das Glas, welches unter andern drei Mal nach einander den 13 Dec. 1765 geschah, während das Nordlicht gewaltig im Zenith flammte."

III.

Beschreibung der Dampfmaschine, welche auf der kön. preuss. Eisengiesserei bei Berlin das Cylinder-Gebläse in der neuen Cupolo-Hütte betreibt;

von dem

Oberbergamts-Referendarius Brömel, in Berlin.

(Mit zwei Kupfertafeln.) *)

Das Aufschlage-Wasser, welches der Eisengiesserei bei Berlin zu Gebote steht, ist theils zu klein, um ein Gebläse für die Cupolo-Oefen das Jahr hindurch zu betreiben, theils wird es zur Bewegung der Bohr- und Dreh-Anstalten benutzt. Man war daher als im vorigen Jahre die neue Cupolo-Hütte daselbst errichtet wurde, gezwungen, das erforderliche Gebläse durch

*) Einen Wunsch, den ich seit langer Zeit hatte, eine durch genaue Zeichnungen veranschaulichte Beschreibung einer Dampfmaschine, bei der die vorzüglichsten der allmählig aufgefundenen Verbesserungen benutzt wären, so abgefasst, wie sie zur vollständigen Belehrung von Physikern seyn muss, als Fortsetzung der in diesen Annalen enthaltenen Aufsätze zur Geschichte der Dampfmaschinen, meinen Lesern vorlegen zu können, — diesen Wunsch sehe ich auf eine ausgezeichnete Weise

eine Dampfmaschine zu betreiben. Diese sollte groſs genug seyn, um nöthigenfalls für zwei Cupolo-Oefen den Wind zu liefern, obgleich in der neuen Hütte selten mehr als 40 Centner Guſswaaren täglich gemacht werden, und also ein Ofen die dortige Gieſserei hinlänglich mit Eisen versieht.

Man hatte die Wahl die Dampfmaschine entweder in der hiesigen Fabrik des Mechanikus Freund verfertigen zu lassen, oder sie von England zu verschreiben. Die groſsen Kosten des Ankaufs, des Transports, und besonders der Aufstellung der englischen Maschinen, und der bedeutende Steinkohlen-Aufwand, den sie zur Feuerung des Kessels erfordern, sprachen zum Vortheil der Freund'schen Maschinen um so mehr, als es auch Pflicht war, die erst im Jahre 1818 errichtete vaterländische Fabrik zu unterstützen. Hr. Freund hat seine Maschinen mit mehrern vorzüglichen Einrichtungen versehen, die, soviel mir bekannt ist, den englischen Maschinen fehlen, und wohin besonders die Condensirung der Dämpfe ohne Einsprützwasser, und die Anwendung des sogenannten Spar-

durch gegenwärtigen Aufsatz befriedigt. Ich verdanke ihn dem wissenschaftlichen Eifer des Hrn Geh. Ob. Bergraths Martins, Director des kön. Brandenb. Ob. Bergamts in Berlin, den ich im Namen der Freunde der Physik um einen solchen Aufsatz bat, als ich im vorigen Jahre die durch ihre kunstreichen Guſswaaren berühmte kön. Eisengieſserei in seiner Gesellschaft besuchte. Auf seinen Betrieb nahm der Hr. Verf. die Zeichnungen auf, und erst nachdem er sich selbst von der Richtigkeit derselben und der Beschreibung überzeugt hatte, stellte er mir beide, um für diese Annalen von ihnen Gebrauch zu machen, zu. *Gilbert.*

hahns gehören. Ein Königliches auf zehn Jahr ausgestelltes Patent vom 27 Novbr. 1818 sichert demselben in der ganzen Preussischen Monarchie allen Gewinn, den ihm seine Erfindung nur gewähren kann. Leider starb dieser ausgezeichnete Mann in der Bluthe seines Lebens, nachdem er nur ein Jahr der Fabrik vorgestanden, vier Maschinen vollendet und zwei in Arbeit genommen hatte. Sein jüngerer Bruder leitet seit dieser Zeit die Fabrik, und hat die angefangenen Maschinen vollendet, auch schon zwei neue erbaut. Alle diese Maschinen sind auf gleiche Weise eingerichtet und nur in der Grösse von einander verschieden, je nachdem sie zu 2, 4, 6 oder 10 Pferden Kraft berechnet wurden.

Die auf der hiesigen Eisengiesserei errichtete Freund'sche patentirte Dampfmaschine habe ich auf den beiden beigefügten Kupfertafeln im Ganzen und im Einzelnen abgebildet. Die erste Tafel zeigt die Vorder-Ansicht und den Grundriss derselben; auf der zweiten Tafel sind mehrere einzelne Theile für sich dargestellt. Ich schicke eine allgemeine Uebersicht über die Maschine voran, und wende mich dann erst zur genauen Beschreibung derselben im Einzelnen. Alle Angaben von Massen beziehen sich auf den *rheinländischen* Fuss, und alle Angaben der Gewichte auf den *preussischen* Centner.

Allgemeine Uebersicht der Maschine.

Im dem *Dampfkessel A* (Taf. I Fig. 2) werden die Dämpfe gebildet, und durch die liegende Röhre *B*

in eine ſtehende Röhre, die *Dampfſäule C* (Fig. 1), geleitet. Der in der Mitte dieſer letztern befindliche *Dampf-Hahn D* iſt ſo eingerichtet, daſs er die Dämpfe theils über, theils unter dem Kolben des *Cylinders E* führt, und dadurch das Heben und Senken des *Balanciers FF* bewirkt. Ehe die Dämpfe zu dieſem Hahn gelangen, ſtrömen ſie durch einen andern, den *Spar-Hahn T* (Fig. 2), welcher ihre Communication mit dem Dampfhahn hemmt, ſobald der Kolben bis in die Mitte des Cylinders gelangt iſt, wodurch ſehr viel Dampf geſpart wird. Da nämlich dann der Kolben ſchon eine gewiſſe Geſchwindigkeit beſitzt, ſo bedarf es nicht mehr eines Drucks der Dämpfe mit derſelben Expanſivkraft als zu Anfang, damit er die andere Hälfte des Weges zurücklege. Der gebrauchte Waſſerdampf tritt in kupferne Röhren, welche ſich in einem mit kaltem Waſſer gefüllten Kaſten, dem *Condenſor G* (Fig 1 und 2), befinden, und blos durch dieſes Mittel wird er ſo erkältet, daſs er ſich zu Waſſer verdichtet. Die *Luft-Pumpe H*, und die *Heiſs-Waſſer-Pumpe I* ziehen dieſes durch Verdichtung des Dampfs entſtandene Waſſer aus den Röhren, und heben es ſo hoch, daſs es durch die Röhre *U* (Fig. 2) wieder in den Keſſel flieſst, um dort von neuem in Dampf verwandelt zu werden. Das Waſſer im Condenſor wird nach und nach warm, und muſs durch anderes kaltes Waſſer erſetzt werden. Die *Kalt-Waſſer-Pumpe K* hebt daher aus einem Brunnen das erforderliche Waſſer, führt es von unten in den Condenſor, und zwingt dadurch das obere heiſse Waſſer zum Abflieſsen durch die Röhre *h* (Fig. 1).

An der andern Seite des Balanciers hängt der Kolben des *Cylinder-Gebläses*, welches, wie die Dampfmaschine, doppelt wirkend ist. Der Cylinder desselben, *L*, hat nämlich oben und unten Oeffnungen für das Einnehmen der atmosphärischen Luft, und auch Oeffnungen zum Auspressen der verdichteten Luft in die *Windleitung M.* Die Ventile sind so gestellt, dass, wenn die atmosphärische Luft über dem Kolben tritt, die unter demselben befindliche Luft verdichtet und in die Windleitung geführt wird, und bei dem Heben des Kolbens findet der umgekehrte Fall statt; woraus sich die Doppel-Wirkung des Gebläses leicht erklärt. Die verdichtete Luft wird hierauf in den *Wasser-Regulator N* geführt, aus welchem sie durch besondere Röhrenleitungen zu den beiden Cupolo-Oefen gelangen kann.

Noch ist zu bemerken, dass an dem Balancier eine *Pleyelstange P* (Fig. 1) befestigt ist, welche mittelst Krummzapfen das *Schwungrad Q* bewegt. Durch eine schickliche Verbindung mit der Schwungrad-Welle, wird die Bewegung des Dampf-Hahns und die des Spar-Hahns bewirkt, welche Vorrichtung die *Steuerung* genannt wird. Auch werden durch diese Welle zwei metallene Kugeln *R, R* (Fig. 1) bewegt, die bei schnellem Gange der Maschine sich von der mittlern Spindel entfernen können, dabei aber zugleich den *Hahn des Regulators S* (Fig. 2) etwas drehen, da dann weniger Dämpfe zum Cylinder strömen. Der Gang der Maschine wird dadurch gleichförmig erhalten, und man nennt daher diese Vorrichtung den *Regulator* oder *Governor*.

Nähere Beſchreibung der Maſchine.

Es wird bei dieſer Beſchreibung zweckmäſsig ſeyn, die Theile der Maſchine in folgender Ordnung zu betrachten:

1) den Dampfkeſſel;
2) die Leitung der Dämpfe zu dem Dampf-Cylinder;
3) den Dampf-Cylinder und ſeinen Kolben;
4) den Condenſor, und wie das kalte Waſſer für ihn herbei geſchafft wird;
5) die Pumpen, welche das aus den verdichteten Dämpfen entſtandene Waſſer in den Keſſel heben;
6) den Balancier, die Vorrichtungen zum ſenkrechten Erheben des Kolbens, das Schwungrad und den Regulator;
7) die Steuerung;
8) die Einrichtung des Cylinder-Gebläſes und des Waſſer-Regulators.

1. Der Dampfkeſſel.

Man ſieht ihn im Grundriſs in Fig. 2 Taf. I, im Längen-Profil in Fig. 3 Taf. II, und in der hintern Anſicht in Fig. 4 dargeſtellt. Er iſt walzenförmig, hat 10 Fuſs Länge im Lichten und 3 Fuſs Durchmeſſer, und iſt von gewalztem Eiſenblech verfertigt. Der Breite nach liegen 7 Bleche abwechſelnd über einander und ſind zuſammengeniethet. Der Länge nach iſt der Keſſel getheilt, und ſeine Hälften werden durch Schrauben zuſammen gezogen. Die der unmittelbaren Einwirkung des Feuers ausgeſetzten Bleche ſind $4\frac{1}{2}$, die andern nur $3\frac{1}{2}$ Linien ſtark. In dem untern Theile des Keſſels befindet ſich eine eiſerne, in zwei Stücken gegoſſene,

ovale *Feuer-Röhre a*, von 85 Quadr. Zoll Querschnitt. Die auf dem *Roste b* durch Steinkohlen oder Torf genährte Flamme, strömt unterhalb des Kessels nach dessen hinterer Seite durch eine Oeffnung von 240 Quadr. Zoll, und dann durch die Feuer-Röhre *a* wieder nach der vordern Seite zurück. Da der Kessel bis zu seiner halben Höhe mit Wasser gefüllt ist, so liegt diese Röhre im Wasser selbst und bewirkt eine schnelle Entwickelung der Dämpfe. Der so bis zur Axe gefüllte Kessel enthält 25 Kub. Fuss Wasser; es bleibt also noch für den Dampf ein Raum von 34 Kub. Fuss. Der Rost liegt zur Hälfte unter dem Kessel, ist etwas nach hinten geneigt, und 600 Quadr. Zoll gross. Der Zwischenraum zwischen den Roststäben, durch welche die Luft zu dem auf dem Roste befindlichen Brennmaterial treten kann, beträgt den fünften Theil der ganzen Rostfläche.

An dem vordern Ende der Feuerröhre theilt sich der Zug in zwei Arme, welche zu beiden Seiten des Kessels nach der hintern Seite desselben gehen, und 54 Q. Z. weit sind. In Fig. 4 sind sie durch *cc* bezeichnet. Beide Arme vereinigen sich an der hintern Seite des Kessels zu einem Kanal von 108 Q. Z., und aus diesem strömt dann die Flamme in den 34 Fuss hohen 168 Q. Z. im Querschnitt haltenden Schornstein. Der letztgenannte Kanal läſst sich durch einen Schieber *q* (Fig. 2) unterbrechen, damit der Kessel während des zwanzigstündigen Stillstandes nicht sehr kalt werde, und nicht zu viel Brennmaterial zur neuen Erheitzung bedürfe, eine Ersparung, die bedeutend ist, da der während dem Gange der Maschine auf 99° R. erhitzte Kessel, nach

beendigtem Stillſtande, im Winter noch 56°, im Sommer noch 66° Wärme beſitzt.

Auf dem Keſſel befindet ſich das *Fahrloch d*, das *Sicherheits-Ventil e*, ein *Thermometer f*, und eine Röhre *g*, mit welcher die *Dampf-Röhre B* verbunden iſt. Mittelſt des *Fahrlochs* kann man zur Ausbeſſerung des Keſſels in denſelben gelangen; es iſt durch ein aufgeſchraubtes Eiſenblech verſchloſſen. Das *Sicherheits-Ventil e* beſteht aus einem einarmigen Hebel, an welchem ein Kegel-Ventil von 4,78 Q. Z. Querſchnitt befeſtiget iſt, das durch ein auf dem Hebel ruhendes Gewicht *K* (Fig. 4) angedrückt wird. Da bei dieſer Maſchine die Dämpfe den Druck der Atmoſphäre nie um mehr als 17 Pfund auf den Quadr. Zoll überſteigen, ſo iſt der Hebel und das Gewicht des Sicherungs-Ventils nur auf 18 Pfund Druck eingerichtet; ſobald die Dämpfe eine höhere Spannung erlangen, öffnet es ſich, und da dann die Dämpfe entweichen, können ſie kein Zerſprengen des Keſſels bewirken. Das *Thermometer f* zeigt die Temperatur der Dämpfe. Die *Röhre g* ſteht unmittelbar mit dem Keſſel in Verbindung, und iſt mit einer Muffe verſehen, in welche die *Dampf-Röhre B* geſteckt, und durch vier Schrauben befeſtiget iſt.

Mit dem Dampfraume des Keſſels ſteht noch ein *Queckſilber-Barometer* in Verbindung, welches von dem gewöhnlichen nur darin verſchieden iſt, daſs in dem einen Schenkel der Dampf, in dem andern die Atmoſphäre drückt. Der Unterſchied des Drucks beider expanſiblen Flüſſigkeiten wird durch die Queckſilberſäule angegeben. Mit der *Röhre U*, durch welche das aus den verdichteten Dämpfen entſtandene Waſſer

dem Keſſel wieder zugeführt wird, iſt der Keſſel verbunden durch eine in dem Waſſerraume deſſelben geführte Röhre. Eine mit dem obern und untern Theile des Keſſels in Verbindung ſtehende *gläſerne Röhre* (Fig. 4) zeigt auſserhalb deſſelben dem Maſchinen-Wärter die Höhe an, welche das im Keſſel befindliche Waſſer einnimmt.

2. Die Leitung der Dämpfe zum Dampf-Cylinder.

Die Dampfröhre *B* ſchlieſst an eine *gebogene Röhre V*, welche die Verbindung des Keſſels mit der Dampfſäule *C* vollendet. In der gebogenen Röhre befinden ſich zwei Hähne, der Regulator-Hahn *S* und der Spar-Hahn *T*, indeſs der Dampf-Hahn *D* in der Dampf-Säule *C* angebracht iſt.

Der *Regulator-Hahn S*, den man in Fig. 5 dargeſtellt ſieht, iſt ſo durchbohrt, daſs, wenn man ſeinen Umfang in drei gleiche Theile theilt, zwei der Theilungspunkte mit einander verbunden ſind. Der Hahn läuft in einer Hülſe (Fig. 6), welche mit drei gleich weit von einander entfernten Seiten-Oeffnungen verſehen, und in der Röhre *V* befeſtiget iſt. Von dieſen Oeffnungen liegt die eine nach der Röhre *B*, die zweite nach der Dampfſäule *C* zu, und nur die dritte nach oben gerichtete geht nach auſsen. Iſt der Hahn in einer ſolchen Lage, daſs ſeine Oeffnungen auf die beiden erſtern der Hülſe treffen, ſo können die Dämpfe vom Keſſel zum Cylinder gelangen. Hat man den Hahn aber ſo gedreht, daſs die obere Oeffnung der Hülſe mit der nach dem Keſſel zu liegenden in Verbindung ſteht, ſo iſt den Dämpfen der Zutritt zum

Cylinder verschlossen und sie strömen nach oben in die Ausblasungs-Röhre *m*. Diese ist in Fig. 1 dargestellt und geht von dem Regulator-Hahn nach der Röhre *n*, durch welche die gebrauchten Dämpfe zum Condensor strömen. Man läfst diesen Weg die Dämpfe in dem Falle nehmen, wenn beim Anlassen der Maschine die in den Condensor-Röhren befindliche atmosphärische Luft durch sie ausgetrieben werden soll; ist das geschehen, so verdichtet sich der Dampf in ihnen wieder zu Wasser, und die Pumpen heben dieses heraus. Nur auf dieseArt ist ein luftleerer Raum in den Condensor-Röhren darzustellen, der vorhanden seyn muss, sollen die zu verdichtenden Dämpfe schnell in die Röhren strömen, und ein rasches Verdichten Statt finden. Während des Gangs der Maschine muss der Regulator-Hahn so gestellt seyn, dass die Dämpfe zum Cylinder gelangen können; in dieser Lage bleibt er unverändert, nur dass bei sehr raschem Gange der Maschine der Regulator ihn etwas zudreht, so dass dann weniger Dämpfe zum Cylinder strömen und eine bestimmte Anzahl Wechsel der Maschine nicht überschritten werden kann. Zu diesem Zweke ist der Hahn mit einem Hebel α (Fig. 5) versehen, in welchen eine vom Regulator herabgehende Zugstange (Fig. 1) greift. Die Oeffnung des Regulator-Hahns ist 1,86 Q. Z. groß.

Der *Spar-Hahn T* ist in Fig. 7 einzeln vorgestellt. Man hat ihn nur einmal, und zwar gerade durchbohrt, so wie auch seine Hülse (Fig. 8) nur zwei Oeffnungen, die eine nach der Röhre *B*, die andere nach der Säule *C* zu, besitzt. Dieser Hahn wird während des Gangs der Maschine dergestalt bewegt, dass die

Verbindung zwiſchen Keſſel und Cylinder in dem Augenblick eintritt, wenn der Kolben des Cylinders zu ſteigen oder zu ſinken beginnt. Dagegen wird der Hahn verſchloſſen, wenn der Kolben bis in die Mitte des Cylinders gelangt iſt. Will man die Dampfmenge genau berechnen, die er zu dem Cylinder ſtrömen läſst, ſo iſt zu bemerken, daſs die Oeffnung deſſelben am breiten Ende $\frac{15}{16}$ Zoll, und die des Futters $\frac{9}{16}$ Zoll breit und 3 Zoll lang iſt, und daſs die Oeffnung des Hahns bei ſeiner gröſsten Wendung nach oben oder nach unten, ſo weit gebracht iſt, daſs $\alpha\beta$ (Fig. 9) $\frac{3}{8}$ Zoll beträgt.

Sind die Dämpfe auch durch dieſen zweiten Hahn geſtrömt, ſo gelangen ſie zu dem in der Mitte der Dampfſäule befindlichen *Dampf-Hahn D.* Dieſer iſt zweimal durchbohrt, wie man ihn in Fig. 10 vorgeſtellt findet. Wenn man nämlich ſeinen Umfang in vier Theile theilt, ſo ſind je zwei benachbarte Theilungspunkte mit einander durch eine Durchbohrung verbunden. Das Futter dieſes Hahnes (Fig. 11) hat vier Oeffnungen; die eine iſt nach dem obern, die zweite nach dem untern Ende der Dampfſäule, die dritte nach der Dampfröhre *V* gerichtet, und die vierte Oeffnung liegt nach der Seite des Cylinders zu, woſelbſt an die Säule die Röhre *n* geſchraubt iſt, welche die gebrauchten Dämpfe dem Condenſor zuführt. Die vier Oeffnungen des Futters ſind, wie die des Dampf-Hahns, um einen Viertelkreis von einander entfernt, und wie dieſe $2\frac{1}{8}$ Zoll lang und $1\frac{3}{8}$ Zoll oben breit. Durch die Steuerung wird der Hahn, ſowohl beim Steigen als Sinken des Kolbens, um einen Viertel-Kreis gedreht. Das Spiel des Hahns wird aus Fig. 12 deutlich. Be-

zeichnet x den obern, y den untern Theil der Dampfsäule, so hat der Hahn, wenn der Kolben am höchsten steht, die Lage α, so daſs keine der vier Oeffnungen des Futters mit einander communiciren. Jetzt dreht sich der Hahn um einen Achtel-Kreis und erhält dadurch die Lage β; sogleich strömen Dämpfe vom Kessel, aus der Röhre V durch x über den Kolben, und die unter dem Kolben befindlichen Dämpfe gehen durch y in die Röhre n nach dem Condensor, wo sie verdichtet werden. Unter diesen Umständen muſs der Kolben sinken. Ehe noch derselbe seinen tiefsten Stand erreicht, rückt der Hahn in die Lage α zurück, in welcher keine Communikation der vier Oeffnungen des Futters unter einander statt findet. Ist der Kolben auf dem Boden des Cylinders angekommen, so dreht sich der Hahn noch weiter zurück, und erhält die Lage γ, in welcher der umgekehrte Fall als in der Lage β Statt findet; die über dem Kolben befindlichen Dämpfe strömen durch x und n in den Condensor, und neue Dämpfe begeben sich vom Kessel aus durch V und Y unter den Kolben und bringen diesen zum Steigen. Ist letzterer in dieser Bewegung, so geht der Hahn wieder vorwärts und kömmt in die zuerst angenommene Lage α.

Die Bewegung des Dampfhahns in die verschiedenen Lagen α, β und γ geschieht nicht ruckweise, sondern allmählig, so daſs derselbe fast keinen Augenblick in Ruhe ist. Hierbei ist es nicht füglich einzurichten, daſs in demselben Augenblicke schon Dämpfe über den Kolben treten, wenn er seinen höchsten Stand erreicht hat, sondern letzterer beginnt wegen des Beharrungs-Vermögens der Maschine schon sei-

nen Rückweg, ehe Dämpfe über ihn gelangen. Die Lage des Dampfhahns ist bei dem Sinken des Kolbens erst dann β, und bei seinem Steigen erst dann γ, wenn er in die Mitte des Cylinders gelangt ist, und je mehr derselbe dem Boden oder Deckel des Cylinders sich nähert, um desto mehr kömmt er in die Lage α.

Den bis jetzt gemachten Erfahrungen nach werden die Hähne am schicklichsten aus weissem Roh-Eisen, die Futter aber aus einer Mischung von 7 Theilen Kupfer und 1 Theil Zinn gemacht. Die länglichten Oeffnungen in den Hähnen haben vor den runden den Vorzug, dass die Verbindung derselben mit denen des Futters am schnellsten vollbracht und wieder aufgehoben werden kann. Um jeden Hahn in seinem Futter zu erhalten, ist vor sein breites Ende ein Bügel angebracht (Fig. 13), in welchem eine Schrabe λ sich befindet, die gegen den Hahn gedrängt wird. Der Bügel selbst hat bei μ Charniere, damit er beim Herausnehmen des Hahns umgelegt werden kann, und die Schraube λ wird durch eine vorgeschraubte Mutter ν gehindert, während des Drehens des Hahns sich aus dem Bügel zu winden.

3. Der Dampf-Cylinder und dessen Kolben.

Aus der 2½ Zoll weiten Dampfsäule gehen die Dämpfe durch einen Kanal von 3 Q. Z. entweder über oder unter den Kolben, welcher sich in dem genau ausgebohrten eisernen *Cylinder* von 12¾ Zoll Durchmesser bewegt. Damit der eiserne Cylinder nicht viel Wärme an die äussere Luft abgebe, wodurch die Dämpfe an ihrer Expansivkraft leiden würden, hat man ihn mit Baumwolle und einem hölzernen Mantel umgeben;

Der *Kolben* ist von Metall und in Fig. 14 gezeichnet. Um einen *Kern* π, der oben und unten mit einer Scheibe versehen und von Guss-Eisen verfertigt ist, sind zwei Lagen *metallener Quadranten* so über einander gelegt, dass die Fugen nicht auf einander treffen. Eine jede Lage besteht aus vier grossen (ρ) und vier kleinen (σ) Stücken, von denen letztere hinter den erstern liegen, und durch Stifte (ς) verhindert werden, sich zur Seite an jenen zu verschieben. Zwischen den Quadranten und dem Kerne π liegen in jeder Lage acht horizontale Stifte, auf welche *Federn* gesteckt sind, die daher die Quadranten an die innere Fläche des Cylinders drängen. In der Mitte ist der Kern π durchbohrt, weil durch ihn die geschmiedete Kolbenstange gesteckt, und durch einen Keil σ befestigt wird. Der Kern ist mit seinen Scheiben übrigens durch vier Schrauben *T* verbunden. Dass ein solcher Kolben sehr genau gearbeitet werden muss, versteht sich von selbst, dafür besitzt man aber auch schon Erfahrungen, dass derselbe zwei Jahre in stetem Gebrauche war, ohne einer Ausbesserung zu bedürfen. Die metallenen Quadranten sind aus einer Mischung von 7 Theilen Kupfer und 1 Theil Zinn verfertigt.

Die Kolbenstange bewegt sich durch den Cylinder-Deckel, und letzterer muss daher mit einer *Stopfungsbüchse* (Fig. 15) versehen seyn. Auf dem Dekkel befindet sich eine aufstehende Hülse α, in welcher ein mettallenes Futter β liegt. In diese Hülse ist die metallene Stopfungsbüchse eingelassen, welche mittelst zwei Ohrschrauben an jene befestigt wird. Die Hülse ist unter der Stopfungs-Büchse, zu grösserer Dichtigkeit, durch Hanf-Flechten, die mit Talg getränkt sind,

so ausgefüllt, daſs sie die Kolbenstange in ihrer senkrechten Bewegung nicht hindern. Auf dem Cylinder-Deckel ist ein *Trichter O* (Fig. 1) geschraubt, der mit einem Hahne versehen und mit Talg gefüllt ist. Soll, zur Verminderung der Reibung zwischen Cylinder und Kolben, Talg in den Cylinder gelassen werden, so wird der Hahn etwas geöffnet, wobei keine atmosphärische Luft in den Cylinder gelangen kann. Auch muſs noch bemerkt werden, daſs an dem untern Kanal des Cylinders sich ein kleiner *Hahn p* (Fig. 1) befindet, der folgenden Gebrauch hat. Wird die Maschine in Stillstand versetzt, so bringt man den Balancier in eine solche Lage, daſs der Dampfkolben am höchsten steht. Die unter demselben befindlichen Dämpfe verdichten sich während des zwanzig-stündigen Stillstandes der Maschine, weil der Cylinder erkaltet, und das entstandene Wasser kann dann durch den Hahn *p* aus dem Cylinder gelassen werden.

4. Die Condensirung der Dämpfe nebst der Herbeischaffung des kalten Wassers.

Der Kasten *G*, in welchem die Condensirungsröhren sich befinden, ist in Fig. 16 im Längen-Profile dargestellt; er ist auch in Fig. 1 und 2 sichtbar. Durch die Röhre *n* strömen die gebrauchten Dämpfe in die Condensirungs-Röhren *α*, welche schlangenförmig in den Kasten gelegt sind, damit das in dem Kasten befindliche kalte Wasser die Dämpfe um so schneller verdichten könne. Diese Röhren sind von Kupferblech, rund, 6¼ Zoll weit, bilden zusammen genommen eine Länge von 48 Fuſs, und sind so stark, daſs ein Quadr. Fuſs 3½ Pfund wiegt. Allen vier Theilen derselben ist

etwas Fall gegeben, damit das aus den Dämpfen entstandene Waſſer nach der untern Röhre γ abflieſsen könne. Die Knie-Röhre β iſt abzunehmen, wenn die Röhren einer Reinigung bedürfen.

Dieſe Condenſirungs-Röhren endigen ſich in eine Röhre γ, welche theils mit dem *Ausblaſungs-Kaſten* δ verbunden iſt, theils, wie aus Fig. 1 und 2 zu erſehen, ſich an die Luftpumpe *H* anſchlieſst. Der Kaſten δ iſt unten mit einem Kegel-Ventil λ verſehen, welches ſich bei dem Anblaſen der Maſchine hebt, indem die in den Condenſirungs-Röhren befindliche Luft durch Dämpfe ausgetrieben wird, und durch jenes Ventil entweicht. Iſt die Maſchine im Gange, ſo wird das Ventil dadurch geſchloſſen erhalten, daſs auf daſſelbe die Atmoſphäre drückt, und unter demſelben das Vakuum ſich befindet. Mit dem untern Theile der Condenſirungs-Röhren iſt noch ein *Barometer* verbunden, in deſſen einen Schenkel die Atmoſphäre, im andern das elaſtiſche Fluidum drückt, welches ſich in jenen Röhren befindet; den Unterſchied des Drucks beider expanſiblen Flüſſigkeiten zeigt die Queckſilberſäule an. Da ſich bei dem Gange der Maſchine in dieſen Röhren nur Dämpfe befinden, ſo ſollte in denſelben ein leerer Raum entſtehen, indem dieſe verdichtet werden. Es condenſiren ſich aber nie alle Dämpfe; ein Theil bleibt unverdichtet und wirkt der Bewegung des Kolbens entgegen. Bei keiner Art Dampfmaſchine findet eine vollkommene Verdichtung der Dämpfe ſtatt, daher auch in keiner das Condenſor-Barometer ſo hoch ſteht, als ein Barometer in der freien Luft. Bei 28 Zoll Barometerhöhe ſteht, da die auf der Berliner Eiſengieſserei befindliche Freund'ſche Dampfmaſchine

nur einige Stunden hinter einander zu gehen, und wegen ihrer Ueberkraft nur in sehr langsamem Gang zu seyn pflegt, das Condensor-Barometer gewöhnlich nicht höher als auf 19 bis 20 Zoll; in andern von Freund erbauten Dampfmaschinen, namentlich in der, welche sich in der Lioner Fabrik der Herren Hensel und Schumann zu Berlin befindet, ist aber der Stand desselben 25 bis 26 Zoll. Hieraus geht hervor, dass die Condensirungs-Methode des Hrn Freund der andern, bei welcher Wasser zu den Dämpfen gesprützt wird, nicht allein nichts nachgiebt, sondern selbst vorzuziehen ist, weil bei dieser andern Methode der Stand des Condensor-Barometers von 8 bis 21 Zoll zu variiren pflegt.

Das kalte Wasser in dem Condensor wird durch die *Kalt-Wasser-Pumpe K* Fig. 1 aus einem zur Seite der Maschine befindlichen Brunnen gehoben. Der Stiefel *K* der Pumpe ist $3\frac{1}{2}$ Zoll weit, und nach Art einer jeden Saugpumpe unten mit einem Kegelventil versehen. Der Kolben dieser Pumpe ist in Fig. 17 dargestellt. An seinem Umfange ist er für die Hanfschnüre eingeschnitten, welche die Liederung desselben bilden. In der Mitte hat er eine Oeffnung π für die Kolbenstange, und sechs andere ϱ, durch welche das gehobene Wasser über den Kolben gelangen kann. Auf demselben ruht ein metallener Ring *T*, welcher bei dessen Niedergange sich hebt und das Wasser durch die Oeffnungen ϱ dringen läſst, bei dem Heben des Kolbens aber fest auf die letztern schliesst, so dass weder Luft noch Wasser von oben her unter den Kolben treten kann. Ueber dem Stiefel befindet sich ein Ge-

fäſs *t* (Fig. 1) von Kupferblech, in welchem das gehobene kalte Waſſer ſich ſammelt, und aus dem die Röhren *tz* (Fig. 1. 2. und 16) es in den untern Raum des Condenſors führen. An dem Rande des Condenſors iſt die Röhre *h* befeſtiget, aus welcher Waſſer treten muſs, wenn die Pumpe in das Gefäſs *t* kaltes Waſſer gehoben hat. Das wegflieſsende Waſſer beſitzt (jetzt im Auguſt) eine Temperatur von 42 bis 45° R., wenn das des Brunnens 18¾°, und die zu condenſirenden Dämpfe 99° Wärme beſitzen. Dieſes heiſse Waſſer wird theils in einen Waſſerkaſten bei den Cupolo-Oefen geleitet, theils unbenutzt abgeführt. Früher lieſs man ein Drittel deſſelben in den Brunnen zurückflieſsen, wodurch aber deſſen Temperatur um 10° erhöht wurde. Die Kalt-Waſſer-Pumpe hebt bei 16 Zoll Hub, bei jedem Wechſel der Maſchine 154 Cub. Zoll Waſſer, womit die Maſchinen, bei denen die Condenſirung mit Einſprützwaſſer Statt findet, nicht auszukommen pflegen. Der Hahn *u* (Fig. 1) wird nur dann geöffnet, wenn alles Waſſer aus dem Condenſor gelaſſen werden ſoll *).

*) Folgendes iſt eine Stelle aus einem Briefe des Hrn Geh. Ob. Bg. R. Martins an mich, welche der Leſer hier nicht ungern finden wird: „Dem ungünſtigen Urtheile Einiger über die Freund'ſche Condenſirungs-Art kann ich nicht beitreten; im Gegentheil wird die Condenſirung um ſo vollkommner, je raſcher die Maſchine geht, weil das Condenſations-Waſſer dann um ſo öfter erneuert wird, mithin um ſo kälter iſt. Bei der Dampfmaſchine der hieſigen Eiſengieſserei iſt es ein Fehler, daſs ſie, auf den gleichzeitigen Betrieb zweier Cupolo-Oefen berechnet, für den gewöhnlichen Betrieb *eines* Ofens zu viel Kraft hat, und bei dem langſamen Wechſel, zu dem man des-

59. Die Pumpen, welche das aus den verdichteten Dämpfen entstandene Wasser in den Kessel heben.

Wie das Wasser, welches aus den verdichteten Dämpfen entsteht, bis zur *Luftpumpe* gelangt, zeigt Fig. 1, wo der Stiefel dieser Pumpe mit *H* bezeichnet ist. Dieser Stiefel sowohl, als der der Kalt-Wasser- und der Heiss-Wasser-Pumpen ist aus einer Mischung von 10 Theilen Kupfer, 1 Theil Zinn und 1 Theil Zink verfertigt. Er hat nur ein oberes Ventil, welches in Fig. 18 zu sehen ist. Die Kolbenstange α kann sich durch den Ventilsitz β frei auf und nieder bewegen. Dieser Sitz ist mit 6 Oeffnungen γ versehen, durch welche das Wasser und die Luft, die von der Pumpe gehoben werden, in den über der Pumpe befindlichen Wasserkasten *W* (Fig. 1) steigen können. Auf dem Sitze ist eine Stopfungs-Büchse δ, der Verdichtung wegen, geschraubt, und auf den 6 Oeffnungen desselben liegt ein Ring λ, der sie bei dem Niedergange des Kolbens verschliesst, bei dem Heben des

halb genöthigt ist, nicht genug Condensations-Wasser hebt. Diesem Fehler kann und wird indessen durch Erweiterung der Kalt-Wasser-Pumpe abgeholfen werden. Bei Bergwerken, zur Wassergewältigung angewendet, kann es der Freund'schen Condensirung nie an recht kaltem Wassern fehlen, und selbst bei Förder-Maschinen muss die niedrige Temperatur der Schächte dieser Art der Condensirung sehr zu Hülfe kommen. Auf der Colberger Saline geht man damit um, die Condensations-Röhren der Dampfmaschine, durch welche die rohe Soole aus dem Brunnen gehoben wird, in das Roh-Soolen-Reservoir zu legen, wodurch die Hebung besonderer Condensations-Wasser ganz erspart werden wird." *Gilb.*

Kolbens aber gehoben wird, und dann Waſſer und Luft in den Kaſten *W* dringen läſst. Der Kolben dieſer Pumpe iſt wie der der Kalt-Waſſer-Pumpe eingerichtet. Die Luftpumpe iſt übrigens 4 Zoll weit und hat 26 Zoll Hub.

Aus dem Kaſten *W* hebt die *Heiſs-Waſſer-Pumpe* (Fig. 19), welche eine Druckpumpe iſt, und als ſolche zwei Ventile hat, *α* und *β*, das aus den Dämpfen entſtandene Waſſer noch zu einer gröſseren Höhe an. Ihr Kolben iſt nicht durchbohrt, wie der der beiden andern Pumpen, aber auch von Metall und mit Hanfflechten geliedert. Die Ventile ſind gewöhnliche Kegel-Ventile. Unter dem Stiefel befindet ſich die Röhre *γ*, welche in den Waſſerkaſten *W* greift und bis auf deſſen Boden geht. Beim Heben des Kolbens dringt daher, durch das alsdann ſich öffnende Ventil *α*, Waſſer unter den Kolben durch die Röhre *γ*, und bei dem Niedergehen des Kolbens wird dieſes durch das Ventil *β* in die Röhre *u* und durch ſie in den Keſſel gedrückt. Da aber auf dem Waſſer des Keſſels die entwickelten Dämpfe drücken, ſo muſs das Nahrungs-Waſſer mit einiger Kraft in ihn hinein gedrängt werden, und das iſt der Grund, warum man zur Heiſs-Waſſer-Pumpe ein Druckwerk genommen hat. An dieſer Pumpe iſt noch eine Röhre *δ* mit einem Hahn befeſtigt, welche über den Waſſer-Kaſten *w* hinaus ragt. Ihr Nutzen iſt folgender. Wenn bei dem Anlaſſen der Maſchine in dieſem Kaſten noch kein Waſſer vorhanden iſt, ſo würde die Heiſs-Waſſer-Pumpe Luft haben, und ſie in den Keſſel führen. Man verhindert dieſes, wenn man den Hahn der Röhre *δ* öffnet, da dann die gehobene Luft nicht in den Keſ-

ſel ſondern durch ſie in die Atmoſphäre tritt. Dieſer Fall tritt, wie geſagt, nur bei dem Anlaſſen der Maſchine ein; während des Ganges derſelben hebt die Pumpe bei 2 Zoll Durchmeſſer und 8 Zoll Hub 24 Kubic-Zoll Waſſer, und dieſes iſt gerade ſo viel, als eine zu einem Wechſel nöthige Menge von Dampf hergiebt. Daher braucht während des Ganges der Maſchine kein anderes Waſſer zum Keſſel zu flieſsen, als das aus den Dämpfen entſtandene. Waren mithin dieſe aus reinem Waſſer erzeugt, ſo wird auch der Keſſel nicht leicht einer Reinigung bedürfen. Bei den andern Maſchinen vermiſcht ſich das Einſprütz-Waſſer mit den aus den Dämpfen entſtandenen, und man *kann*, da jenes in groſser Menge vorhanden ſeyn muſs, und alſo ſelten ganz rein iſt, auch kein reines Waſſer dem Keſſel zuführen. Ein Verluſt an Waſſer durch Verdünſtung an der Luft iſt nicht ganz zu vermeiden, jedoch beträgt er in drei bis vier Stunden kaum einen halben Kubic-Fuſs.

Noch iſt zu erwähnen, daſs die Röhre *u*, durch welche das Waſſer in den Keſſel flieſst, in einem der Züge zur Keſſel-Feuerung liegt, wodurch das Waſſer ſchon früher erwärmt wird, als es den Keſſel erreicht.

6. Der Balancier, die Vorrichtungen zum ſenkrechten Erheben des Kolben, das Schwungrad und der Regulator.

Der *Balancier FF* (Fig. 1) iſt 12 Fuſs lang, und in einem Stücke von Eiſen gegoſſen. An der Seite des Dampf-Cylinders befindet ſich ein Storchſchnabel, an welchem die Stange des Dampf-Kolbens und die des Luftpumpen-Kolbens befeſtiget ſind. Auſserdem hängen an dem Balancier noch die Kolbenſtangen der beiden

andern Pumpen *K* und *I*, die Pleyelſtange *P*, und die Kolbenſtange des Blaſe-Cylinders, zu deſſen Erhebung man den Contra-Balancier angewendet hat. Der Storchſchnabel gewährt bei dem Heben des Kolbens eine der ſenkrechten am nächſten kommende Bewegung; ſeine lange Seite iſt $32\frac{1}{2}$ Zoll, die kurze $20\frac{3}{8}$ Z., und die Contraſtange $47\frac{1}{2}$ Zoll lang. Bei dem Blaſe-Cylinder iſt der Contra-Balancier 47 Zoll lang, und die 24-zöllige Verbindungsſtange im Verhältniſs von 9:15 getheilt. Der Hub des Dampf- und Gebläſe-Kolbens beträgt 4 Fuſs. Es würde zu weitläufig werden, bei dieſen Maſchinen-Theilen ins Einzelne zu gehen, daher ich nur bemerke, daſs überall, wo ein Zapfen ſich befindet, derſelbe von metallenen Lagern umgeben iſt, und durch zweckmäſsig angebrachte Oeffnungen in Schmiere erhalten werden kann. Die beiden Säulen, welche dem Cylinder zur Seite errichtet ſind, werden durch horizontale Stangen an dem Hauptſtänder des Balanciers gehalten. Die Pleyelſtange iſt, wie der Krummzapfen, von Eiſen, und letzterer auf 2 Fuſs Hub eingerichtet. Die Schwungrad-Welle iſt von Schmiede-Eiſen; das Schwungrad aber gegoſſen. Der Kranz des letztern beſteht aus vier Theilen; von den Armen aber ſind je zwei gegenüberſtehende in einem Stück gegoſſen, ſo daſs dieſe Armenpaare an der Welle übereinander greifen. Alle ſechs Theile des Schwungrades ſind durch Schrauben mit einander verbunden.

Dicht hinter dem Schwungrade befindet ſich, auf der Welle deſſelben, ein Riemenrad, welches das kleinere ähnliche Rad *w* (Fig. 1) durch einen Riemen in Bewegung ſetzt. Dadurch wird die horizontale Welle *z* (Fig. 2) bewegt, an deren anderm Ende ein Winkel-

rad ſich befindet; dieſes treibt ein anderes ähnliches, auf der ſenkrechten Spindel ν des Regulators (Fig. 1) befeſtigtes Rad. Auf dieſe Weiſe bewegt das Schwungrad den *Regulator* (Fig. 1 und Fig. 20). Befindet ſich die Maſchine im langſamen Gange, ſo liegen die Kugeln *R*, *R* des Regulators auf dem Ringe α. Die Stangen β, β der Kugeln drehen ſich unter dem Adler in einem Charniere, ſo daſs ſich letztere erheben können. Das Gewicht der Kugeln iſt ſo groſs, daſs ſie bei raſchem Gange der Maſchine ſich vermöge der Centrifugal-Kraft von den Ringen entfernen, indem dann die Spindel ν mit dem ganzen Regulator in eine ſchnelle Bewegung gekommen iſt. Entfernen ſich aber die Kugeln von der Spindel, ſo ziehen ſie mittelſt der Stangen δ den Ring α in die Höhe, und da an dieſem die Stange λ befeſtiget iſt, welche in den Hebel des Regulator-Hahns greift, ſo wird durch Heben des Rings der Hahn etwas geſchloſſen. Der Gang der Maſchine wird daher durch dieſe Verbindung der Kugeln mit dem Regulator-Hahne, wie ſchon erwähnt iſt, regulirt.

7. Die Steuerung.

Da die Maſchine den Dampfhahn und den Sparhahn ſelbſt bewegen muſs, durch deren verſchiedene Lage der Gang der Maſchine allein möglich wird, ſo ſind beide durch Züge mit der Schwungrad-Welle verbunden. Auf dieſer Welle *d* (Fig. 21) befindet ſich ein excentriſches Rad *a*, um welches ein metallener Ring *b* ſich dreht, der an dem Zuge *c* durch zwei Schrauben befeſtiget iſt. So wie das Schwungrad ſich dreht, kommt das Rad *a* in verſchiedene Lagen α, β, γ, δ (Fig. 22), denen der Ring *b* und der Zug *c*

(Fig. 21) auch folgen müssen. Hierdurch entsteht ein Hin- und Herziehen des letztern, welche Bewegung auch der Hebel *f* des Dampfhahns *D* macht. Da dieser Hahn, wie wir gesehen haben, sich während eines Wechsels der Maschine um einen Viertelkreis vordrehen, und um denselben Weg wieder zurückdrehen muss, so ist die Vorrichtung so getroffen, dass der Zug *c* um eben so viel hin und her bewegt wird, als es mit dem Hebel des Dampfhahns Statt finden muss. Haben das Rad *a* und der Hebel *f* die Lage *α* erhalten, so befindet sich der Hahn in der Lage *α* (Fig. 12), und hat das Rad die Lage *β*, so ist der Hahn in die Lage *β* (Fig. 12) gekommen. Befindet sich das Rad in der Lage *γ*, so ist der Hahn wieder in *α* (Fig. 12), und wenn endlich jenes in die Lage *δ* kömmt, so ist der Hahn in der Lage *γ* (Fig. 12).

Mit dem Zuge *c* ist auch, mittelst des daran befestigten Dornes *g*, die Bewegung des Spar-Hahns (*T* Fig. 2) bewirkt, welcher in dem Ringe *h* läuft (Fig. 23). Mit diesem Ringe an einer Welle liegt der Arm *k*, welcher, wie der Hebel des Dampf-Hahns *m*, mit einem Gewinde versehen ist. Beide Arme *k* und *m* sind durch eine Stange *n* verbunden, welche auf sie geschoben ist und Charniere besitzt, damit man sie, je nachdem man die Länge der Arme verändern will, leicht in jede beliebige Lage bringen kann. Wird der Ring *h* nach der Richtung *x* bewegt, so muss der Hebel *m* sich senken und der Hahn wird nach unten gedreht; im entgegengesetzten Falle wird der Hahn gehoben. Welche Bewegung derselbe auch vollbringt, so strömen während derselben Dämpfe zum Dampf-Hahn; nach derselben ist der Spar-Hahn geschlossen. Der Ring *h*

ist nun dergestalt gebogen, daſs der Dorn *g* ihn, und mithin auch den Spar-Hahn, dann bewegt, wenn der Kolben zu steigen oder zu sinken beginnt, und daſs die Bewegung des Ringes vollbracht ist, wenn der Kolben bis in die Mitte des Cylinders gelangt. Wie aus dem Hin- und Hergehen des Dornes ein Vor- und Zurück-Drehen des Spar-Hahns entsteht, ergiebt sich aus dem Gesagten leicht.

8. Die Einrichtung des Cylinder-Gebläses und des Wasser-Regulators.

Der Cylinder *L* ist von Eisen gegossen, 36⅜ Zoll im Lichten weit, und genau ausgebohrt. Der *Kolben* ist in Fig. 24 dargestellt. Er besteht aus einer eiserner Scheibe mit aufstehendem Kranze *a*, welche mit einer Hülse *b* für die Kolbenstange versehen ist, und in der letztern mit einem Keil befestiget wird. Auf die Scheibe ist ein hölzerner Kranz *c* gelegt, und auf diesem sind zwei Ringe von Mastrichter Leder befestigt, von denen der eine nach oben, der andere nach unten umgebogen ist. Zwischen dem Holz und dem Leder ist Wolle gestopft, welche das Leder vermöge seiner Federkraft stets an die Wände des Cylinders drängt. Leder und Cylinder sind zur Verminde-derung der Reibung mit Wasserblei eingerieben. Auf den hölzernen Kranz kömmt ein eiserner Ring *d*, welchen man durch Schrauben mit der Scheibe *a* verbindet, wodurch alle Theile zusammen gehalten werden. Der Raum zwischen der Hülse *b* und dem Ringe *d* ist mit einer hölzernen Scheibe *f* bedeckt, um den so genannten schädlichen Raum zu vermindern.

Wie bei dem Dampf-Cylinder, ist auch bei diesem Cylinder der Deckel mit einer Stopfungs-Büchse für die Kolbenstange versehen. Fig. 25. stellt diesen *Cylinder des Gebläses* im Profile dar. Durch die Klappen *v* und *w* strömt atmosphärische Luft in ihn hinein, durch die Klappe *x* und *y* wird die verdichtete Luft in die Windleitung *M* gedrückt. Beim Heben des Kolbens schliessen sich *v* und *y*, die sich über ihm verdichtende Luft drängt sich aber durch *x* in die Windleitung, und durch *w* tritt zugleich die atmosphärische Luft unter den Kolben. Bei dem Senken des Kolbens findet der umgekehrte Fall statt. Alle Windklappen müssen schräg liegen, damit sie durch ihr Gewicht schon zum Schliessen gezwungen werden, sobald sie sich verschliessen sollen.

Die verdichtete Luft wird von der Windleitung in den *Wasser-Regulator* geführt, der in Fig. 1 durch punktirte Linien angegeben, und in Fig. 2 in der obern Ansicht gezeichnet ist. Er besteht aus einem inneren runden Kasten *N*, welcher mit seiner offenen Seite nach unten gekehrt, in dem achteckigen äusseren Kasten *O* gestellt ist. Der innere Kasten ruht auf Füssen des äussern, so, dass das in diesem befindliche Wasser leicht in ihn treten kann, und umgekehrt. Beide Kasten sind zum Theil mit Wasser gefüllt. Strömt nun verdichtete Luft in den innern Kasten, so drückt sie das Wasser nieder, welches im äussern Kasten steigt, und dieses dauert so lange, bis die Differenz des Wasserstandes in beiden Kasten eine Säule ergiebt, die eben so stark drückt, als die verdichtete Luft an Druck die Atmosphäre übertrifft. Treten nun auch Pausen ein, während welchen das Gebläse keinen

Wind liefert, so strömt aus dem innern Kasten Wind in den Ofen, der ziemlich stets von gleicher Pressung ist, da die Pausen nur kurz sind und die Differenz beider Wasserspiegel sich nur wenig ändert.

Auf dem innern Kasten steht eine Röhre *Z*, mit der sowohl die Windleitung *M* vom Cylinder, als auch die Leitung zu den Cupolo-Oefen verbunden sind. Auf dem Deckel dieser Röhre ist ein nur so stark beschwertes Ventil angebracht, daſs es sich öffnet, wenn der Wind bis zu einer solchen Höhe in den innern Kasten gepreſst ist, daſs er unterhalb desselben hervordringen würde.

In Fig. 26 ist die Vorrichtung gezeichnet, wie der Wind an jedem Ofen abzusperren ist. Die Knie-Röhre *α*, welche mit der Döse verbunden ist, läuft in einer andern Röhre *b*, und verhindert bei ihrem tiefsten Stande das Strömen des durch *γ* vom Regulator kommenden Windes. Wird aber *α* gehoben, so ist die Communikation zwischen Regulator und Döse hergestellt. Zur gröſsern Dichtigkeit ist die Röhre *b* mit einer Stopfungs-Büchse *δ* versehen. Diese Vorrichtung ist um so zweckmäſsiger für die Gieſserei, als in den Cupolo-Oefen mit drei übereinander liegenden Formen geschmolzen wird, und man so die Röhre *α* mit der Döse leicht bis zu der jeder Form angemessenen Höhe erheben kann.

Effect und Kosten der Maschine.

Der *Effect* der Maschine, wenn beide Cupolo-Oefen betrieben werden, besteht in Folgendem.

Bei 17 Wechseln in der Minute, lieferte sie 960,84 Cub. Fuſs Luft von atmosphärischer Dichtigkeit, welche aber, da sie durch zwei Dösen, (zusammen 7,09 Q. Z.

weit) ſtrömte, ſo verdichtet war, daſs ſie den Druck der Atmoſphäre um $\frac{5}{8}$ Pfund auf den Quadrat-Zoll übertraf. Der ganze Druck auf den Kolben des Gebläſes betrug daher 847,8 Pfund, und ſeine Geſchwindigkeit in der Secunde 2,27 Fuſs. Die Beobachtung wurde bei einem Barometerſtand von 28″ 4‴ und bei $14\frac{1}{4}$° R. angeſtellt.

Auf den Kolben drückten die Dämpfe ſo ſtark, daſs die dem Druck der Atmoſphäre entſprechende Queckſilberſäule von 28″ 4‴
überſtiegen wurde um 27″ 2,4‴

Alſo mit einer Queckſilberhöhe von 55″ 6,4‴

Dieſem wirkten die nicht verdichteten Dämpfe im Condenſor ſo ſtark entgegen, daſs das Condenſor-Barometer auf 20″ ſtand; mithin gingen von dieſer Queckſilberſäule ab

28″ 4‴ — 20″ = 8″ 4‴

Dem effectiven Druck auf den Kolben entſpricht daher eine Queckſilberſäule von 47″ 2,4‴

die einem Drucke von 25,5 Pfund auf den Quadrat-Zoll gleich iſt. Der Druck auf den ganzen Kolben beträgt alſo 3003,9 Pfund, und das Kraft-Moment bei 2,27 Fuſs Geſchwindigkeit in der Secunde iſt 6818,85 Pfund.

Herr Freund rechnet eine Pferdekraft zu 200 Pfund bei 3 Fuſs Geſchwindigkeit, mithin zu einem Kraft-Momente von 600 Pfund. Der Effect der Maſchine iſt alſo dem von $\frac{6818,85}{600}$, oder von 11 bis 12 Pferden gleich.

Der *Aufwand an* englischen *Steinkohlen* betrug in der Stunde 81,6 Pfund, welches auf eine Kraft von 1000 Pfund und 3 Fuſs Geschwindigkeit 71,8 Pfund Verbrauch an Steinkohlen giebt.

Vergleicht man die Kraft mit der Nutzlast, so beträgt jene kaum ein Drittel der aufgewendeten Kraft. Es müſsten daher über zwei Drittel der letztern auf Ueberwindung von Neben-Hindernissen verwendet werden, welches nicht glaublich ist. Es scheint vielmehr, die Kraft sey zu groſs berechnet, indem die Dämpfe nicht immer in gleicher Menge zum Kolben gelangen, weil die sich langsam drehenden Hähne die Oeffnung stets verändern, durch welche die Dämpfe strömen. Daſs dieser Umstand sehr wichtig ist, ergaben zwei Beobachtungen, während welchen der Sparhahn nicht bewegt wurde. Bei der einen gestattete dieser den Dämpfen nur durch eine Oeffnung von $\frac{9}{16}$ Quadr. Zoll den Durchgang, bei der andern war diese Oeffnung $1\frac{4}{6}$ Q. Z. groſs. Um bei beiden einen gleichen Effect zu erhalten, muſsten die Dämpfe bei der ersten um 4 Zoll Barometerstand höher gespannt werden, und der Aufwand an Brennmaterial bei der ersten Beobachtung verhielt sich zu dem bei der zweiten wie 1 : 1,22.

Ferner muſs bei einer genauen Berechnung des Effects der Maschine darauf Rücksicht genommen werden, daſs wegen des Sparhahns vom Kessel keine Dämpfe mehr zum Kolben gelangen, wenn dieser erst seinen halben Weg zurückgelegt hat. Die durch die Bewegung des Krummzapfens und der excentrischen Scheibe bedingte Geschwindigkeit der Hähne ist schwer aus-

zumitteln, müſste indeſſen bei einer ſolchen Berechnung berückſichtigt werden.

Es wurden bei der hieſigen Maſchine noch Beobachtungen mit und ohne Sparhahn angeſtellt, aus denen hervorging, daſs der letztere eine Erſparung des 0,376 Theils des Brennmaterials bewirkt.

Gewöhnlich liefert die Maſchine bei vierſtündigem Gange nur für einen Cupolo-Ofen Wind. Bei 1⅓ Fuſs Geſchwindigkeit des Kolbens beträgt die Kraft auf den letztern 2144 Pfund, bei welcher 565 Cub. Fuſs Luſt von atmoſphäriſcher Dichtigkeit in den Ofen ſtrömen. Die Preſſung des Windes beträgt ⅝ Pfund, der Aufwand an Brennmaterial in einer Stunde 7 Cub. Fuſs guten Torf, in welcher Zeit 53½ Cub. Fuſs Waſſer aus dem Brunnen zum Condenſor geführt werden.

Die *Koſten*, welche dieſe Maſchine verurſachte, betrugen, das Gebläſe, den Waſſer-Regulator und alle Wind- und Waſſerleitungs-Röhren mitgerechnet, 9375 Thlr. Von dieſem Gelde erhielt Herr Freund 6665 Thlr., indem die Guſswaaren von der Gieſserei ſelbſt geliefert wurden. Die Maſchinen-Fabrik des Herrn Murray zu Leeds verlangte für eine ſolche Maſchine, zu welcher ein 18 zölliger Dampf-Cylinder nöthig wäre, 1150 L. ſterl. *ohne* Transport und Aufſtellungskoſten, welche wohl ſo bedeutend ſind, daſs man die engliſchen Maſchinen für theurer als die des Herrn Freund halten kann.

Am beſten ergiebt ſich eine Vergleichung beider aus dem Preis-Courante. Herr Freund fordert für

eine Maschine, an deren Lastseite sich ein Schwungrad befindet, (die Verbindung mit der Nutzlast aber wie gewöhnlich nicht geliefert wird) . . . .

2000 Thlr., wenn sie eine Pferdekraft besitzt,

3000 Thlr. für zwei Pferde Kraft,

4000 Thlr. für vier Pferde Kraft;

und so steigen die Kosten immer um 1000 Thlr., wenn der Effect um zwei Pferdekräfte zunimmt. Hierbei übernimmt Hr. Freund die Aufstellungskosten und für entferntere Oerter den Transport bis zur Ablage in Berlin. Herr Coquerill liefert die englischen Maschinen um 100 bis 300 Thlr. wohlfeiler bis Berlin, als Herr Freund. Da Herr Coquerill aber die Aufstellung nicht übernimmt, welche wohl über 1000 Thlr. kosten möchte, so sind die Maschinen des Herrn Freund bedeutend wohlfeiler. Bei der Maschine des letztern wird auf eine Pferdekraft gewöhnlich 5 Pfund, höchstens 7 Pfund Steinkohlen-Aufwand in der Stunde gerechnet, indeſs die englischen Maschinen 10 Pfund bedürfen, und oft nicht mit 12½ Pfund ausreichen.

Die vollkommenere Condensirung der Dämpfe, die Anwendung des Spar-Hahns, die geringere Menge des zur Condensirung nöthigen kalten Wassers, der kleinere Querschnitt des Dampf-Cylinders, endlich die geringern Kosten der Maschine und der geringere Steinkohlen-Aufwand sind bedeutende Vor-

züge der Freund'schen Maschinen vor den englischen, und es ist sehr zu wünschen, daſs das für die letztern sprechende Vorurtheil schwinde *).

*) Wer den Effect dieser patentirten Freund'schen Dampfmaschine mit dem genauer zu vergleichen wünscht, was die Watt'schen und die in England patentirten Woolf'schen Dampfmaschinen, bei ununterbrochenem Gange in den Cornwall'er Bergwerken wirklich leisten, findet dazu in Jahrg. 1817 St. 3, od. B. 55 S. 283 dieser Annalen die nöthigen Angaben, auch S. 278 Auskunft über die Art, den Werth der Dampfmaschinen nach Pferdekraft zu bestimmen. Die Dampfmaschine, in der Gold- und Silber-Manufactur der HH. Hensel und Schumann in Berlin, die erste, welche der auf einer Reise nach Schlesien verstorbene Freund, der damals mit Pistor gemeinschaftlich arbeitete, ausgeführt hat, sah ich selbst entstehen. Sie hat einen 10-zölligen Cylinder und nur etwa die Kraft von 4 Pferden, schmiedet aber, zieht Draht, walz Stangen, Platten und Lahn zur Lyoner Arbeit und zu polirten Waaren, und ihr Besitzer versicherte mich bei meiner letzten Anwesenheit in Berlin, mit ihr vollkommen zufrieden zu seyn.

Gilbert.

IV.

Ansichten über den Magnetismus und dessen Ableitung aus der Electricität,

von

J. J. Prechtel, Reg. R. u. Direct. d. polyt. Instit. in Wien.

(Ein Schreiben an den Prof. Gilbert.)

Wien, den 20 Decemb. 1820.

Herrn Oersted's schöne Entdeckung beschäftigt jetzt die Physiker. Sie betrifft einen wissenschaftlichen Zweig, mit welchem ich mich mit Vorliebe vor Jahren beschäftigte. Die Verbindung der Electricität mit dem Magnetismus wurde längst geahnet; sie fiel bei vielen Erscheinungen recht eigentlich in die Augen; aber Hr. Oersted ist der Erste, der durch einen directen Versuch ihren Zusammenhang nachwies. Der sel. Ritter hatte über diesen Gegenstand viel gearbeitet, um den Magnetismus im Galvanismus, und umgekehrt, nachzuweisen, indem er mit Magneten Säulen bauen und Wasser zersetzen, und aus der galvanischen Kette (seine Magnetnadel aus Zink und Kupfer) Magnete herstellen wollte. Seine Versuche hatten mich veranlasst, bereits im Jahre 1808 eine mit Seidenschnüren zusammen gebundene Zink-Kupfer-Säule an nicht gedrehten Fäden aufzuhängen, um zu erfahren, ob sie sich nach den Polen richte, und in einer, im Jahrgang

1810 Ihrer vortrefflichen Annalen abgedruckten Abhandlung *Ueber die Modificationen des electrischen Leitungs-Vermögens*, versuchte ich damals schon den Magnetismus aus der Electricität abzuleiten. Ich wollte damit eine später bekannt zu machende Arbeit begründen. Ist nämlich der *Magnetismus der attractive Effect der Electricität*, so läſst sich die weitere Theorie desselben nur dadurch geben, daſs man das electrische Leitungs-Vermögen in der Art betrachtet, wie ich es dort gethan habe; denn der *tellurische Magnetismus* ist dann der Effect einer Electricität, für welche die gewöhnlichen electrischen Nichtleiter Leiter, dagegen einige gewöhnliche elektrische Leiter, als das Eisen, Nichtleiter sind. Sie werden dort S. 43 folgende Stelle finden: „So treten in der Natur alle Er„scheinungen entweder als *attraktiver Effect*, oder „als *chemischer Effect der Electricität* hervor. Un„ter die Kategorie des *ersten* gehören alle Phänomene „der Cohäsion, der Krystallisation überhaupt, die ge„wöhnlichen electrischen Phänomene, die Phänome„ne der allgemeinen Anziehung, der Schwere, des „Magnetismus; — unter die Kategorie des *zweiten* „gehören alle Erscheinungen, welche die Chemie um„faſst, so daſs eigentlich *Magnetismus* und *Chemis„mus* die beiden Hauptzweige der allgemeinen Erschei„nung, *Electricismus*, sind."

Da ich schwerlich sobald Zeit finden dürfte, über diesen Gegenstand etwas Ausführlicheres zu schreiben, so erlauben Sie mir, daſs ich Ihnen hier die *Grundzüge meiner Ansicht* mittheile, wie ich sie schon bei der Abfassung des oben erwähnten Aufsatzes mir ausgebildet hatte, da diese Ansicht vielleicht dazu dienen

kann, die Verſuche in der Verfolgung dieſes Gegenſtandes zu leiten.

In der galvaniſchen Kette oder in der Säule (ſo weit man bis jetzt noch eine herzuſtellen im Stande war) ſtellt ſich die Electricität jederzeit in zwei Effecten dar, dem *attractiven* und dem *chemiſchen:* erſterer wird durch die Berührung groſser Platten, letzterer durch die Wirkung vieler Platten befördert, da die chemiſche Wirkung im Verhältniſſe ſteht mit der electriſchen Tenſion. Die eine Wirkung iſt *auf Koſten der anderen* vorhanden, d. h. von der vorhandenen Electricität iſt der Theil für den chemiſchen Effect in derſelben Zeit verloren, welcher attractiv wirkt, und umgekehrt *). Der Leitungsdraht zwiſchen den beiden Polen der Säule befindet ſich im wahren electriſchen Ladungszuſtande **). Dieſe Ladung iſt um ſo intenſiver, je geringer die chemiſchen Wirkungen der Säule ſind, und umgekehrt, weil die chemiſche Wirkung auf Koſten der attractiven da iſt, durch welche die Ladung bewirkt wird. Sie iſt daher am ſtärkſten bei wenigen aber groſsen Platten (am allerſtärkſten bei einer einfachen, aus *ſehr groſsen* Platten beſtehenden Kette), und am ſchwächſten bei vielen und kleinen Plattenpaaren. Dieſer electriſch-geladene Leitungsdraht iſt wie jeder electriſch geladene Körper *magnetiſch*, (im allgemeinen Sinne); denn er befindet ſich genau in demſelben Zuſtande, wie ein telluriſcher Magnet. Verbindet man beide Pole der groſsplattigen Säule mit Eiſendrähten, ſo haf-

*) Vergl. die angef. Abhandl. S. 64.

**) daſelbſt S. 58.

ten die Enden dieser Drähte stark an einander, welches ein wahres magnetisches Anhängen ist, weil es durch die Ableitung der Hände, die den Draht berühren, nicht vermindert wird. Hrn Oersted's Versuch beweiset nun direct den magnetischen Zustand dieses electrisch-geladenen Leitungsdrahtes.

Man kann diesen Leitungsdraht, der sich zwischen den Polen der Säule im electrischen Leitungszustande befindet, als eine *trockene Säule* betrachten; denn in demselben ist ganz dieselbe Electricitäts-Vertheilung vorhanden, wie in der isolirten Säule. Eine wahre trockene Säule ist daher eine wahre *magnetische Säule:* sie wird nicht nur den Magneten afficiren, sondern sie wird auch bei hinlänglicher Intensität (durch die Anzahl der Schichten bewirkt) die tellurische Polarität zeigen.

Die galvanischen Ketten und Säulen bilden daher rücksichtlich des Quantität-Verhältnisses des magnetischen und chemischen Effectes eine Reihe von Constructionen, deren eines Ende die *rein chemische Kette*, das andere aber die *rein magnetische* (attractive) darstellt: alle Zwischenglieder haben beide Wirkungen in veränderten Verhältnissen an sich. Kleinplattige nasse Säulen von starker Tension stehen an der Seite der ersten; die grossplattige einfache Kette, zum Theil auch einige der bisher so genannten trockenen Säulen, stehen an der Seite der zweiten (unter letztern auch mit nassen Pappscheiben erbaute Zink-Kupfer-Säulen, nachdem sie mit Verzehrung der chemischen Wirkung allmälig ausgetrocknet sind, und die Säule des Hrn v. Sömmering aus unächtem mit Schellackfirniss zusammengeleimtem Gold- und Silber-Papier). Die *rein*

chemische Kette zeigt keine wahrnehmbare attractive oder sogenannte electrische Wirkung, weil die electrische Tension bei der Berührung augenblicklich in der chemischen Wirkung vernichtet wird; und solche Ketten sind die gewöhnlichen chemischen Combinationen, z. B. trockene Schwefelsäure, Kali und Wasser. In der Berührung dieser Substanzen wird die electrische Tension augenblicklich in die chemische Wirkung aufgelöst, und Licht und Wärme als die Erscheinung dieses Chemismus hervorgebracht. Die *reine magnetische Kette* ist der electrisch geladene Leitungsdraht, und die *magnetische Säule* selbst. Die Construction der letzteren ist noch nicht bekannt, mit ihrer Darstellung aber die Reihe der galvanischen Constructionen geschlossen.

Zum Behufe der Darstellung dieser Säule bemerke ich Folgendes. Die Electricität, welche in der Berührung heterogener Substanzen entsteht, richtet sich in Bezug *auf die Leitungsfähigkeit der Körper gegen dieselbe* nach der Natur dieser Substanzen *). Legt man mehrere Metallplatten übereinander nach der Ordnung ihrer galvanischen Differenz, so befinden sich diese sämmtlichen Platten in einem schwachen electrischen Ladungs-Zustande, der nur dadurch möglich ist, dass diese Metalle in Bezug auf einander für ihre eigenthümlichen Electricitäts-Grade Nichtleiter sind. Für die Electricität, welche in Säulen entsteht, die aus Metallen gebaut sind, müssen daher alle Körper Nichtleiter seyn, die schwächer als Metall und Wasser leiten, weil eben diese Substanz für jene Electricität la-

*) Die angeführte Abhandlung S. 59.

dungsfähig ist, schlechtere Leiter als Wasser daher diese Ladung nicht mehr annehmen, sondern sie isoliren werden. Construirt man dagegen Säulen durch galvanisch-differente Substanzen, in denen der geladene Körper ein schlechterer Leiter ist, als Wasser, so wird die Electricität dieser Säulen nicht mehr isolirt werden durch die vorigen Isolatoren, sondern sie wird nunmehr diese schlechteren Leiter eben so electrisch laden, wie vorher das Wasser. Auf diese Art ist es möglich, (zuletzt *mit Beseitigung* aller Metalle), Säulen herzustellen, welche rein magnetisch sind, d. h. welche den electrischen Effect durch die stärksten gewöhnlichen Nichtleiter hindurch fortpflanzen, wie der Magnet, die demnach keine chemischen Wirkungen äussern, dagegen die Metalle magnetisch laden, und welche selbst natürlich-magnetisch sind. Würde die Intensität dieser Säulen hinlänglich stark seyn, so würde sie endlich, gleich dem tellurischen Magnetismus, nur ausschliesslich einige Metalle in den electrischen oder magnetischen Ladungszustand bringen, welche bei *der grössten Kohäsion* verhältnissmässig *die geringste Leitungsfähigkeit* haben, weil die übrigen Metalle, bei dieser stärkeren Tension und ihrem geringeren Widerstande, für jene Electricität nun wieder mehr oder weniger Leiter geworden sind, so wie dünnes Glas bei einer gewissen Stärke der Maschinen-Electricität Leiter wird. Auf diese Art kann die Electricität in ihrer Wirkung auf die Körper in ganz verschiedenen Eigenschaften erscheinen. Ohne diesen Satz der relativen Leitung oder Isolirung, den ich in der erwähnten Abhandlung bereits vor zehn Jahren aufgestellt

habe, wird man nie im Stande ſeyn, die Erſcheinungen des Magnetismus zu begreifen, oder ſeine, wenn gleich factiſch bewieſene, Verbindung mit der Electricität zu erklären.

Aus dieſer Anſicht ergiebt ſich nun von ſelbſt, daſs man die *Erde* als eine *trockene* oder *magnetiſche Säule* anſehen müſſe, deren attractiver Effect ſich in dem *telluriſchen Magnetismus* darſtellt. Schon im J. 1809 ſuchte ich aus dieſer Hypotheſe das *Geſetz der Inclination* zu berechnen, wie Hrn Profeſſor Arzberger bekannt iſt, mit dem ich damals mich darüber beſprach. Sieht man die Erde als eine *iſolirte* galvaniſche Säule an, und berechnet ſonach aus dem Zuſtande ihrer Elemente die Geſammt-Anziehung auf einen Punkt an der Oberfläche der Erde, ſo erhält man ein Geſetz, das mit den Beobachtungen nur in der Nähe des magnetiſchen Aequators ſtimmt, dagegen nach den Polen hin zu groſse Differenzen giebt. Sieht man dagegen die Erde als eine *geſchloſſene* Voltaiſche Säule an, ſo fällt, unter der Vorausſetzung der gleichen Vertheilung der electriſchen Kräfte auf ihrer Achſe, der Mittelpunkt der magnetiſchen oder electriſchen Kräfte in den Mittelpunkt der Erde, von welchem aus die Anziehung im verkehrten Verhältniſs des Quadrats der Entfernungen erfolgt. Denn bei der geſchloſſenen Säule liegen nach ihrer Axe die entgegengeſetzten Electricitäten gleich ſtark an einander; man kann ſie daher im Mittelpunkte dieſer Axe vereinigt denken. Dieſe Hypotheſe der Verſetzung der magnetiſchen Kräfte in den Mittelpunkt der magnetiſchen Axe, liegt der Formel des Hrn Biot zum Grunde, welche die In-

clinations-Beobachtungen genau darstellt *). Nimmt man ferner an, daſs die Schichtungen der Erde, welche ihren electrischen Zustand begründen, nicht alle regelmäſsig senkrecht auf die magnetische Axe sind, wie das in der Natur der Sache zu liegen scheint, so wird die Erde *mehrere magnetische Axen* oder *Pole* zeigen müssen. Ist diese Unregelmäſsigkeit nur gering, so werden die mehreren gleichnamigen Pole nicht weit von einander fallen. Da die Lage dieser Pole nur dann unveränderlich bleiben kann, wenn die Beschaffenheit der electrischen Tension der Schichten dieselbe bleibt, was nicht angenommen werden kann, da die heterogenen Körper oder Schichten, die sich berühren, allmäligen Veränderungen oder Modificationen der Heterogeneität unterworfen sind, wodurch sich auch die Lage der Schichten in Bezug auf die Hauptaxe verändert; so müssen die verschiedenen magnetischen Axen Veränderungen ihrer Lage unterworfen seyn, die wegen der Länge der Perioden und der Stetigkeit der Veränderungen im Innern der Erde eine gewisse Regelmäſsigkeit gewinnen. Daher die *Umlaufsperioden der Abweichung*.

Es ist daher 1) die *Erde* eine *geschlossene Voltaische Säule*, deren attractiver Effect die Erscheinungen des Magnetismus begründet. 2) Einige Unregelmäſsigkeit der inneren Schichtungen bringt *mehrere magnetische Axen* hervor, die um einen Mittelpunkt, als einer mittlern Hauptaxe, herum zu schwanken scheinen, weil jene Unregelmäſsigkeit durch die im-

*) Annalen Jahrg. 1804 B. 20 S. 280.

mer fortgehenden Modificationen der Heterogeneität der Schichten im Innern selbst veränderlich ist. Dasselbe würde im Kleinen Statt finden, wenn man eine halbtrockene Säule in Kugelform bildete. 3) Die Erdsäule ist geschlossen, durch die Leitung des Wassers oder der Luft zwischen ihren beiden electrischen Polen. Tritt durch Umstände eine Verminderung dieser Leitung ein, so tritt diese Erdsäule in einen angemessenen Zustand von Isolirung, die beiden Pole vergrössern im Verhältniss derselben ihre electrische Tension, und es entsteht Ausströmen von Licht (das *Nord-* und *Südlicht*), bis die Schliessung wieder hergestellt ist. Das Nordlicht afficirt daher die Magnetnadel, weil auch eine geringe Isolirung der Erdsäule den magnetischen Mittelpunkt verrückt *), folglich das Intensitäts-Gesetz sowohl als die Lage der Hauptaxe verändert. 4) Die Magnete sind Substanzen, welche durch die Electricität der tellurischen Säule in Ladungsstand versetzt sind. Alle übrigen Körper sind mehr und weniger Leiter dieser tellurischen Electricität. Die Magnete verhalten sich daher ganz analog mit dem zwischen den Polen einer gewöhnlichen Säule electrisch geladenen Leitungsdrahte.

Ich ersuche Sie, diesen Bemerkungen in Ihren geschätzten Annalen einen Platz zu vergönnen. Sie sind das kurze Resultat eines langen Nachdenkens, und die

*) Eigentlich zwei solcher Punkte erzeugt, von denen der negative Mittelpunkt auf der negativen, der positive auf der positiven Seite der Axe liegt. Die Entfernung dieser beiden Punkte wird am grössten, wenn die Isolirung vollständig ist.

ihnen zum Grunde liegende Idee sie die kurze Abstraction aus Tausenden von Versuchen, welche ich vor zehn und zwölf Jahren mit electrischen Ketten und Säulen angestellt habe. Sie werden von selbst bemerken, dass die gehörige Ausführung der vorstehenden Grundzüge reichhaltiger Stoff eines bedeutenden Werkes ist: ein solches zu schreiben war ich vormals Willens, wie ich schon in jener oft erwähnten Abhandlung angekündigt habe. Aber es ist bei allem, was man vorgearbeitet haben mag, zu umfassend, und fordert ausschliessliche Widmung, die ich ihm nicht geben kann. Wenn Sie unterdessen diese Grundzüge meines Systems im Wesen auffassen, so werden sich Ihnen die Erklärungen von mannichfaltigen Erscheinungen, die damit zusammenhängen, von selbst ergeben. Ueber die Erklärung *des kosmischen Lichtes*, die damit zusammenhängt, werde ich Ihnen ein andermal schreiben.

V.

Bericht von der Sitzung der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für Naturwissenschaften, gehalten zu Genf am 25 bis 28 Juli 1820;

ein freier Auszug des für Physik und Chemie Interessanten *).

Ein im Mai erlassenes Umlaufschreiben hatte alle Mitglieder, (wie in St. Gallen das Jahr zuvor verabredet worden war,) auf die angegebenen vier Sitzungstage nach Genf eingeladen, wo die, welche sich einfanden, von den Genfern gastfreundlich beherbergt wurden, und fast die ganze Zeit über mit einander verlebten. Die Eröffnung geschah in dem Sitzungssaale des souverainen Raths der Repräsentanten der Republik, in Gegenwart der ersten Magistrats-Personen, der Mitglieder des Staatsraths der Akademie, der Geistlichkeit, der Gesellschaft zur Beförderung der Künste, und vieler ausgezeichneter, von dem Präsidenten dazu eingeladenen Fremden. Nachdem der erste Syndicus die fremden verbrüderten Gäste in einer kurzen Rede bewillkommnet hatte, hielt der Präsident eine der Veranlassung entsprechende Eröffnungs-Rede, welche

*) Ich lege bei diesem freien Auszuge den Bericht im Juli- und August-Hefte der *Bibl. universelle* zum Grunde. Vor 5 Jahren durch einige von dem sel. Gosse auf seinem Landgute *Mornex* unweit Genf versammelte Freunde der Naturgeschichte gegründet, zählt diese Gesellschaft jetzt schon über 300 Schweizer und 55 Fremde als Mitglieder. *Gilb.*

mit allgemeiner Theilnahme gehört wurde, und in der er unter andern einige Blumen auf das Grab des Dr. Jurine streute. „Kein Studium, sagte er unter andern, hat einen mächtigeren Reiz und einen gröſsern Umfang, als das der Naturgeschichte in allen ihren Zweigen; es beschäftigt Sinne, Verstand und Herz zugleich, wenn man sich anders bis zu der allmächtigen Ursach der Wunder erhebt, die sie uns kennen lehrt; sie fordert Thätigkeit und Beweglichkeit, beschäftigt in den Jahren der Kraft alle Fähigkeiten des Menschen, und bereitet ihm für die Jahre der Ruhe unerschöpflichen Genuſs in der Anordnung und dem Studium der auf Reisen gemachten Sammlungen, in denen jeder Gegenstand an eine erlangte Kenntniſs oder an angenehme Eindrücke erinnert. Jede solche Sammlung stellt uns einige Züge des groſsen Gemäldes der Natur dar, und lohnt in der Regel die Aufmerksamkeit reisender Naturforscher." . . .

Jurine war in Genf geboren und erzogen, hatte in Paris Medicin und Chirurgie studirt, machte sich nach der Rückkehr in seine Vaterstadt bald durch anatomische Vorlesungen und durch glückliche Operationen rühmlich bekannt, und wurde zu Cabanis Nachfolger ernannt. So war er auf dem Wege zu Ruhm und zu Glücksgütern; aber ein angeborner Hang trieb ihn zum Studium der Natur, welchem er, so lange es auf das Erwerben ankam, zwar nur wenige Muſsestunden widmen konnte, zwischen dem und seiner Kunst er aber seine Zeit theilte, sobald er sich für die Zukunft gesichert sah. Zuletzt beschränkte sich Jurine der Chirurg auf Consultationen, indeſs Jurine der Naturforscher sich alle Jahr berühmter machte.

Er errang mehrere gelehrte Preiſe, unter andern die Hälfte der 1200 Franken, welche die franzöſiſche Regierung auf das beſte Werk über die unter dem Namen *Croup* bekannte Entzündung des Kehlkopfs ausgeſetzt hatte, und einen von der pariſer *Societé de Medicine* ausgeſetzten Preis über die *Angina pectoris*. Die Entomologie ſcheint ihn unter allen Theilen der Naturgeſchichte am mehreſten angezogen zu haben; zu dem ſchönen Werke, das er im J. 1807 über die Inſecten aus den Klaſſen *hymenoptera* und *diptera* bekannt machte, hatte alle Zeichnungen ſeine Tochter gemacht, die er bald darauf zu verlieren das Unglück hatte. Seine vorzüglichſten Beobachtungen und Entdeckungen finden ſich in den vielen Abhandlungen aufgezeichnet, welche er gelehrten Geſellſchaften, die ihn zu ihrem Mitgliede ernannt hatten, zuſchickte. Der Druck zweier wichtiger Werke ſollte eben beendigt werden, als ein Anfall der von ihm ſo ſorgfältig ſtudirten und beſchriebenen Angina pectoris ihm den Tod brachte; das eine dieſer Werke beſchäftigt ſich mit den merkwürdigen einäugigen Waſſer-Inſecten *Monoculus*, das andere mit den *Fiſchen des Genfer Sees;* beide ſind von ſehr vollendeten Zeichnungen begleitet; mit Ungeduld ſehen wir ihrer Erſcheinung entgegen. Das ſchönſte Denkmal ſeiner Liebe für die Natur-Geſchichte hat indeſs Jurine in dem bewundernswürdigen naturhiſtoriſchen Kabinet hinterlaſſen, welches eins der reichſten und vielleicht das bis ins Kleinſte hinab am zweckmäſsigſten und ſchönſten geordnete in Europa iſt; es macht eine der vorzüglichſten Sehenswürdigkeiten Genfs aus, und der Dr. Berger, ein Schüler und Freund des Verſtorbenen, iſt den Mitgliedern der

Gesellschaft es zu zeigen bereit. „Der einzige Sohn Jurine's, Erbe dieses Schatzes, vermag sich desselben nicht zu erfreuen, da er als vornehmster Eigenthümer der pariser Bäder von Tivoli, an der Hauptstadt Frankreichs gefesselt ist; aber in seinem Neffen, den wir in Genf besitzen, regt sich schon Liebe zur Naturgeschichte: möge er, der vielleicht hier gegenwärtig ist, sich angeloben, wenn er je in den Besitz dieser Sammlung komme, sie seinem Vaterlande zu erhalten; denn das Interesse, ja selbst die Ehre Genfs, als klassischen Bodens, ist dabei im Spiele, dass ein so vollständiges und köstliches Mittel des Unterrichts in unsern Mauern bleibe."

Noch kündigte Hr. Pictet an, der Staatsrath Genfs verehre der Gesellschaft, nach dem Vorbilde der übrigen Kantone, in denen sie sich versammelt habe, 400 schweizer (600 franz.) Franken zur Unterstützung ihrer Arbeiten. „Patriotismus und Liebe zu den Wissenschaften, so schloss sich Hrn Pictets Rede, haben in Genf seit zwei Jahren drei wissenschaftliche Institute begründet: eine Lese-Gesellschaft, welche schon eine Bibliothek von 6000 Bänden [meist ausgezeichneten wissenschaftlichen Werken] besitzt, einen botanischen Garten, und ein Museum der Naturgeschichte und der Alterthümer. Die beiden letztern sind jetzt öffentliches Eigenthum, haben dadurch aber ihren Charakter nicht verändert; denn Genf ist nur eine einzige grosse Familie. Und diese wird mich nicht in der Einladung an alle unsere lieben Mitbrüder verleugnen, an dem Genuss, den uns diese Institute gewähren, Theil zu nehmen, so oft sie alle oder einzeln nach Genf kommen, als wären sie Mit-Besitzer oder zum mindesten Nutz-

nieſser derſelben, und mit ihnen in Tauſch zu treten, um das Band, das uns alle vereinigt, durch ſolche brüderliche und liberale Mittheilungen immer feſter zu knüpfen."

Auf Antrag des Hrn Eſcher, von der Linth, wurde der Druck dieſer Rede, durch einſtimmigen Zuruf, beſchloſſen.

... Der Prof. Prevoſt las eine biographiſche Notiz und Auszüge aus den Manuſcripten des ſel. Benedict Prevoſt vor, ſeines Verwandten, und Mitgliedes der Genfer naturf. Geſellſchaft. Noch wurden am erſten Tage Berichte von den Sitzungen vorgeleſen, welche die naturforſchenden Geſellſchaften einzelner Kantone, zu *Bern*, *Lauſanne*, *St. Gallen* und *Genf*, während des verfloſſenen Jahres gehalten haben *).

*) Einige ſolche Berichte ſind abgedruckt in dem Meiſsner'ſchen Naturwiſſ. Anzeiger der Geſellſch. Ein Auszug des Protokolls der *Societé des naturaliſtes* zu *Genf* vom 1 Juli 1818 bis 1 Juli 1819 führt unter andern an: fortgeſetzte Verſuche des Dr. Berger über die thieriſche Wärme; Moricand's Nachricht vom neueſten Ausbruche des Aetna; Soret's Notizen von einigen kürzlich in den Alpen entdeckten Mineralien, dem roſenrothen Fluſsſpath über Cormayeur (auch auf dem Salève findet ſich Fluſsſpath), von dem Adular zu Chamouny (Fontaine Caillet), den langen Gypsprismen von Cormayeur etc.; ſeine Beſchreibung des Sibiriſchen Euclas *trouvée dans la Baikalite*, von ihm gefundener neuer Kryſtallgeſtalten des rothen Bleierzes, und Nachricht von den geognoſtiſchen Arbeiten der Petersburger mineralogiſchen Geſellſchaft; des Herrn Huber Beobachtungen über Ameiſen und Bienen u. ſ. f. — Aus dem Protocolle der *Societé de Phyſique et d'Hiſtoire naturelle* zu *Genf* führe ich hier an: Bemerkungen Jurine's über eine beſondere Art von Luftſpiegelung (*mirage*), welche ſich von ſeinen Fen-

Ungeachtet die Sitzungen dieses Mal vier Tage, also einen Tag länger als in den vorigen Jahren dauerten, reichte doch wiederum die Zeit nicht zu allen beabsichtigten Vorlesungen hin. Die folgende kurze Notiz ist weder vollständig, noch bindet sie sich an die Zeitfolge. Es lasen vor: Hr. Fehr von Zürich einen Aufsatz über die damals bevorstehende Sonnenfinsterniss am 7 September, die zwar zu St. Gallen, aber nicht in Genf ringförmig war. Ferner Hr. Choisy eine Monographie der Familie des Johanniskrautes (*des Hypérioidées*), in der 125 Arten nach Form, Standort, Nutzen, Cultur etc. beschrieben werden; Hr. Seringe eine interessante Nachricht vom Bau des Weizens, der Gerste und des Roggens, deren Stroh zur Verfertigung

stern aus auf den Genfer See darstellte, und ihm die segelnden Schiffe in horizontaler Richtung verdoppelt zeigte (17 Sept. 1818); über kleine schwimmende Inseln im Luzerner See; über die Organisation des Auges der Fische, und dass es nur Eine Art von Forellen gebe; Decandolle über des Madriter Botanikers Lagasca Werk von den Pflanzen, welche die Soda geben; und von Mutis wiedergefundenen botanischen Schriften und Sammlungen, (die Zeichnungen zur Flora von Neu-Granada, und die Naturgeschichte von 60 China-Arten sind nach Spanien gebracht); Analyse der Ruthania-Wurzel von dem Apotheker Peschier, der in ihr eine besondere Säure gefunden hat, welche er *l'Acide Cramerique* nennt; über die Coulon'sche Essigfabrik aus Holz, zu Provence im Waadtlande, von de Saussure; Beschreibung der Volta'schen Apparate der Royal Institution in London, und Untersuchung über die Ursach des Funkensprühens der Metalle beim Verbrennen von De La Rive; Beschreibung des Hrn Huber eines von ihm erfundenen Anemographen, der von selbst eine Curve zeichnet, welche die Richtung und die Stärke des Windes getreu angiebt u. s. f. *Gilbert.*

von Hüten bestimmt ist, wobei er Proben aus der Bey'schen Strohhut-Fabrik zu Bern, und dann auch den zu Freiberg erfundenen Kamm mit Messern zum Spalten des Strohes vorwies; und der Dr. Hamel aus Rußland einen Aufsatz über das Flachs- und Hanf-*Röstcn*, welches er für ganz unentbehrlich hält, um die Fäden von dem extractiven Bindemittel zu befreien, das sie zu Anwendungen in den Gewerben unbrauchbar macht und sich nur durch Maceriren im Wasser, nicht einmal durch alkalische Laugen, fortschaffen lasse, daher alle angerühmten Maschinen, die des Röstens überheben sollen, zu verwerfen seyen. — Monographien über die *Charen* und deren Keimen und Fructification von Vaucher, und über die *Cucifères* von De Candolle, u. Notizen über die seltne, 2 Zoll lange, apfelgrüne Raupe der *Hippophaë rhamnoides* konnten nicht mehr gelesen werden. — Prof. Meissner von Bern las über die Schlangen der Schweiz, *Coluber*, *Vipera* und *Anguis*, von denen Hr. Wyder sehr viele aufgezogen und mehrere darunter zahm gemacht hatte, das einzige Mittel um ihre Natur gründlich zu erforschen; der Dr. Prevost eine Notiz von seinen gemeinschaftlich mit Hrn Dumas angestellten Untersuchungen über den Einfluß des Blutes auf das Nervensystem; der Dr. Coindet seine wichtige Abhandlung über den Gebrauch der Jodine als Arzneimittel, besonders gegen den Kropf, (Ann. St. 10 S. 227) wobei Dr. Straub, Arzt zu Hofwyl, auf seine vorjährige Notiz im Anzeiger der Gesellschaft verweisend für sich die Ehre in Anspruch nahm, zuerst gezeigt zu haben, daß in dem gegen Kröpfe üblichen Schwamm und auch

im Torfe Jodine enthalten sey (das. S. 249); und der Dr. Baup eine medizinische Topographie Nion's im Kanton Waad. Auch wurde der Gesellsch. ein Bericht Prof. Configliachi's in Pavia von Versuchen mitgetheilt, die er mit dem Viperngifte gemacht hat; und von dem Dechant Bridel zu Montreuil bei Vevay, am Schluss der vierten Sitzung, eine biographische Notiz über den unter dem Namen Justus Birgius oder Birger, auch Joist Burg bekannten Mathematiker, der 1552 in Lichtensteig, der Hauptstadt von Toggenburg geboren, und Astronomen des Landgrafen von Hessen, dann Mechanikus an dem kaiserl. Kabinet in Wien war, und 80 Jahr alt in Kassel starb, und dem wir die Erfindung des Proportional-Zirkels und die erste Idee zu den Logarithmen und dem Messen der Zeit durch ein Pendel verdanken. Bemerkungen des Dr. Gosse über die Vervollkommnung, deren der Sinn des Gehörs bei Taubstummen durch Uebung und Erziehung des Ohrs und der Organe zum Sprechen fähig ist, mit praktischen Folgerungen, konnten nicht mehr vorgelesen werden.

Noch wurden der Gesellschaft überreicht von dem Dr. Schinz von Zürich zwei Hefte seines schönen Werks über die Eier und Nester der Vögel; von Hrn Studer ein systematisches Verzeichniss der Fluss- und Erd-Conchylien der Schweiz; von Hrn Verdet ein umständliches Verzeichniss der von ihm um Délémont im Jura gesammelten Insekten und mehrere Notizen über Insekten; von Hrn Scherer von Bern sehr schöne zu seiner Monographie der Flechten bestimmte, und von Hrn Wyss daselbst gemachte Zeichnungen; von dem Dr. De Castella in Neufchatel eine

Ueberſicht über die im J. 1819 im Hoſpitale Peurtaléz daſelbſt behandelten Kranken; von dem Dechant Bridel ein Exemplar ſeiner Statiſtik des Wallis; von Hrn Eſcher die meteorologiſchen Blätter, welche er in Zürich herausgiebt; von Hrn Eſcher von der Linth daſelbſt eine graphiſche Darſtellung der Höhen des Rheins bei Baſel während 10 Jahre, der dabei den Wunſch äuſserte, eine ähnliche von der Rhone bei Genf zu haben um die Waſſermaſſe ſchätzen zu können, die in einer beſtimmten Zeit aus der Schweiz abgeführt worden; und von Hrn Dr. Hamel aus Ruſsland, vom Blitz geſchmolznes Eiſen eines Fenſtergitters aus einem Hauſe zu Thonon, in welches der Blitz vor kurzem bei einem Gewitter eingeſchlagen hatte.

Hr. Prof. De Candolle wies in der Geſellſchaft Zeichnungen zu einer Flora von Mexiko, in 13 Bänden in groſs Folio vor, welche ungefähr 1340 Blätter in ſich ſchlieſsen. Mehr als tauſend derſelben ſind in Zeit von acht Tagen, nach den Original-Zeichnungen ſehr geſchickter mexikaniſcher Mahler, durch freiwilliges Zutreten Genfer Künſtler und Kunſtliebhaber beider Geſchlechter, unter Umſtänden copirt worden, wo ohne dieſem dem Profeſſor und den Freunden ſeiner Wiſſenſchaft gleich rühmlichen Eifer, die Gelegenheit etwas ſo köſtliches zu erwerben unwiderbringlich würde verloren gegangen ſeyn. Beim Anblick dieſer Sammlung von Pflanzen-Gemälden kann man ſich des Staunens und der dankbaren Bewunderung nicht erwehren. — Hr. De Candolle zeigte noch an, es habe ſich in Genf eine ähnliche freiwillige Verbindung in der Abſicht gebildet, ſowohl alle Pflanzen, welche

in dem botanischen Garten zu Genf zur Blüthe kommen, als alle in dem Kanton Genf einheimische Pflanzen, zu mahlen. Ungeachtet er dieses Unternehmen erst in einem im April gegenwärtigen Jahres gedruckten Programme in Anregung brachte, so ist er doch schon im Besitze von 140 Aquarell-Zeichnungen, die zwei Foliobände füllen, welche er der Gesellschaft vorlegte.

Hr. Apotheker Peschier in Genf machte die Gesellschaft mit den Resultaten seiner Versuche über die narkotischen Stoffe einheimischer Pflanzen bekannt. Sie lehrten ihn: *Erstens*, auch aus dem Safte von *Mohnköpfen*, die in Europa wachsen, lasse sich Morphin und Mekonsäure erhalten, aber nicht aus den Köpfen, nachdem sie völlig reif und trocken geworden sind, *Zweitens*, die Köpfe des Neapolitanischen Mohns gaben ihm eine besondere krystallisirbare von der Mekonsäure verschiedene Säure, und einen weissen Wachs ähnlichen Körper. *Drittens*, die folgenden narkotischen Pflanzen: *Schierling*, *Belladonna*, *Bilsenkraut*, *Eisenhütlein* enthalten jede eine *besondere* krystallisirbare Säure, einen *neuen alkalischen* Körper, einen öhlig-wachsartigen Bestandtheil, phosphorsauren Kalk und kohlensauren Kalk; *Viertens* zwischen den unmittelbaren Bestandtheilen zweier Aconitum-Arten fand er keine Verschiedenheit; *Fünftens*, nur die Kapseln und Samen des *Stechapfels* (*Stramonium*) enthalten ein Alkali, und auf demselben beruhen wahrscheinlich die medizinischen Kräfte desselben; *Sechstens*, da die Säuren dieser Pflanzen charakteristisch verschieden sind, und auch die neuen Alkalien derselben eine verschiedene Auflöslichkeit im Alkohol und Verschiedenheit in ihren Verbindungen

mit den Säuren zeigen, so könne man, schliesst Hr. Peschier, jene wie diese vorläufig nach der Pflanze, in der sie sich finden, benennen.

Am Schlusse der Versammlung des dritten Tages wurden in dem chemischen Laboratorium des Museums einige glänzende Versuche veranstaltet. Der Prof. Marcet brachte in wenig Minuten Quecksilber mittelst der Kälte zum Gefrieren, welche in dem luftverdünnten Raume einer Luftpumpe schnell verdünstender Schwefel-Kohlenstoff erzeugte, ungeachtet die Temperatur des Ortes 19° R. war, und schmelzte dann Platindraht mittelst eines Stromes Sauerstoffgas, den er durch die Flamme einer Weingeistlampe trieb (vergl. diese Annal. (B. 52 S. 279).

Der Prof. De La Rive setzte den aus 38 Trögen, jeden von 10 Plattenpaaren Zink und Kupfer bestehenden galvanisch-electrischen Apparat, welchen er besitzt, in Wirksamkeit. Er glühete und schmelzte damit Platindraht; verbrannte Eisen, Stahl, Gold und Silber; zersetzte zugleich Wasser und schwefelsaures Natron etc., und zeigte das Freiwerden einer unglaublichen Menge von Licht zwischen zwei stumpfen Kohlenspitzen, durch die man den Voltaischen Kreis schliesst. Das Auge vermag kaum dieses helle Licht zu ertragen, welches nicht durch Verbrennen entsteht, da es im luftleeren Raume zum mindesten mit eben dem Glanze als in der Luft sich zeigt. — Zuletzt liess Hr. De La Rive noch die Wirkungen eines von Berzelius angegebenen und von dem geschickten Genfer Mechanikus Selligue ausgeführten neuen Volta'schen Trogapparats sehen, der ganz aus Zellen von Kupfer besteht, in deren jeder eine Zinkplatte schwebt. Ein

solcher aus 15 Zellen bestehender Apparat schmelzte einen Platindraht von ⅕ Linie Durchmesser, brachte zwischen zwei Kohlenspitzen ein lebhaftes Licht hervor, und zeigte sich eben so vorzüglich im Zersetzen der Körper. Zehn solche quadratische Zellen von 11 Zoll Seite zersetzen 1 Unze Wasser in 1½ Stunden.

Einen andern sehr einfachen und sehr interessanten Galvanischen Apparat, zeigte in einer der Versammlungen der Gesellschaft, Dr. Straub, Arzt zu Hofwyl, vor; nämlich eine Säule aus Zinkscheiben und aus künstlicher Kohle in Gestalt von Scheiben bereitet, die jede zwar nur 3 Zoll Durchmesser haben, aber von denen 4 Paare Funken geben, und 5 Paare das Wasser zersetzen, wie man sich in der Versammlung überzeugte *).

Während des Laufs der Versammlung wurden in ihr vorgelesen *vier geognostische Abhandlungen*.

Hr. Lardy von Lausanne theilte der Gesellschaft die Resultate seiner Beobachtungen *über den Thonschiefer in Wallis* mit. Mit wenigen Zügen entwarf er die Topographie des grossen Rhone-Thals und seiner Seiten-Thäler. Von der Quelle der Rhone bis zum Genfer See hat dieses Thal 4242 Fuss Fall. Die Berge, welche es einschliessen, haben Höhen von 6000 bis 14580 Fuss über dem Meere; mehrere derselben sind mit ewigem Schnee bedeckt, und sie bestehen aus 4 verschiedenen Gebirgsarten: Thonschiefer, welche die herrschende ist, Kalkstein, Gyps und Quarz. Diese

*) Die schon vor vielen Jahren von Sir Humphry Davy dargestellten kräftigen Zink-Kohlen-Säulen sind in diesen Annalen Jahrg. 1802 B. 11 S. 394 beschrieben. *Gilb.*

Gebirgsarten haben eine deutliche Lagerung; sie streichen fast alle von Ost nach West, und sie fallen hauptsächlich nach Süden, unter Winkeln zwischen 45 und 70 Graden. Sie wechseln häufig mit einander ab, worin sich aber nichts Regelmäſsiges zeigt. Der Thonschiefer nimmt in Wallis eine Länge von 30 Lieues und eine Breite von 3 Lieues ein. Ueberreste organischer Körper sind in demselben noch nicht gefunden worden. Durch die in dieser Abhandlung angeführten Thatsachen wird es auſser allem Zweifel gesetzt, daſs der Gyps von derselben Formation ist, als die drei andern Gebirgsarten, welche in der Region des Thonschiefers hier mit einander vorkommen, und widerlegen die Meinung, daſs er eine in einem Becken abgesetzte jüngere Formation sey.

Herr Peter Merian aus Basel las einen Aufsatz *über die geognostischen Verhältnisse des Kanton Basel und einiger benachbarter Gegenden* vor, den er durch Vorzeigen von Proben der Gebirgsarten erläuterte. Eine genaue Kenntniſs des Jura ist für die ganze Geognosie der Schweiz und einiger benachbarter Länder von groſsem Interesse. Der Rhein durchbricht da, wo er sich plötzlich nördlich nach Basel wendet, der Quere nach die Kette des Jura, welche sich bis über den Schwarzwald hinaus zieht. Hr. Merian unterscheidet verschiedene Glieder der Formation dieser Gebirgskette: *erstens* den bunten Marmor-Sandstein (*le grès marbre coloré*) der die Grundlage macht; *zweitens* den grünlich braunen Kalkstein, der etwas bituminös ist, auf dem erstern liegt, und aus dem zum Theil die beiden Ufer des Rheins bestehen; *drittens* den bunten Mergel (*marne colorée*) und unter-

geordnete Flötzlager mit Versteinerungen, unter denen sich auch Gryphiten finden; *viertens* den Roggenstein, der auf dem Kalkmergel liegt und ebenfalls Versteinerungen enthält; *fünftens* endlich den eigentlichen Jura-Kalkstein, der sich weithin durch den Kanton Solothurn, das Bisthum Basel, und die Kantone Neufchatel und Waad hinzieht.

Herr Escher von der Linth theilte seine Ansicht über die *Formation der grossen Kette des Jura* mit. Er sieht sie als aus mehreren Ketten von Flötzgebirgen bestehend an, die einander parallel laufen, sich gegen Annecy zu an die Alpen anschliessen, und gleichsam wie Stufen an Länge abnehmen, je näher man Genf kömmt. Ueberdem ist jede einzelne Kette, welche einen Theil der grossen ausmacht, den Alpen parallel. Die *erste* trennt blos der See von Annecy von den Alpen; die *zweite*, der *Salève*, neigt sich gegen sie, und fällt an der Arve nordwestlich unter Tage ein. Die *dritte* ist die *Dole* und endigt sich bei *Orbe*. Die *vierte*, der *Mont Suchet*, ist zu Motiers-Travers abgeschnitten und findet sich zu *Chaumont* wieder. Gegen Arau zu besteht der Jura aus blossen Hügeln. Der *Gislistisch*, der bei Wildeck unterbrochen ist, setzt bis Brunek fort, wo er sich lothrecht abschneidet. Die niedrige Kette, auf welcher Schloss Habsburg steht, und die von der Reuss und der Limmat durchschnitten wird, erhebt sich unmerklich und ist gegen Regensberg zu lothrecht abgeschnitten. Von den Alpen ist hier der Jura 14 Lieues entfernt, und den Raum zwischen beiden nimmt Sandstein ein; von Kalkstein findet man hier keine Spur, *Nagelfluh* aber kömmt hier an mehreren Stellen bis zu 6000 Fuss Höhe über

dem Meere vor. Zeigen, fragt Hr. Escher, die den Alpen näheren Flötz-Gebirgs-Ketten dieselben Verhältnisse und dieselbe Altersfolge, als die des Kantons Neufchatel; oder gehören sie zu einer neueren Formation, welche auf der andern aufliegt? Er ladet die Schweizer Geognosten ein, sich mit Beantwortung dieser Frage zu beschäftigen.

Von dem Chevalier Bourdet, aus dem Departement der Nièvre, wurde über die fossilen Fischzähne oder sogenannten *Glossopteren* ein Aufsatz vorgelesen. Sie kommen in verschiedenen Gegenden und in verschiedenem Gestein, am häufigsten aber in der dichten Kreide und im groben oder Muschel-Kalkstein vor, selten im Uebergangs-Gebirge und im compakten Kalkstein. Er unterscheidet 8 Arten derselben, welche eben so vielen Arten von Hayfischen (*Squalus*) angehören, nämlich dem *Squale requin*, *glauque*, *long-nez*, *roussette*, *feroce*, *emissolle*, *griset*, *scie*. Man findet auch Zähne von 5 Arten Rochen (*raies*), welche er angiebt. Die *Busonite* und *Batrachite* sind nach ihm Stücke des Gaumes von Fischen *).

*) Noch stehe hier folgende Zeitungs-Nachricht aus dem November 1820. Hr. Prof. Chavannes hat der naturforschenden Gesellschaft zu Lausanne eine in *Monrepos* bei Lausanne entdeckte, merkwürdige Versteinerung vorgewiesen. Beim Durchbrechen eines Sandsteinhügels daselbst, spaltete sich ein losgebrochenes Felsenstück, und es fand sich darin ein vollkommen wohl erhaltenes fächerartiges Blatt der niedrigen Palme ohne Stacheln (*Chaemerops humilis*), die bekanntlich im südlichen Italien und in Spanien wächst, in *fossilem Zustande*. Das seltene Stück wird in dem Museum der Gesellschaft aufbewahrt. *Gilb.*

Preisvertheilung
und neue Preisfragen auf das Jahr 1822.

Der in der Versammlung des vorigen Jahres zu St. Gallen ernannte Ausschuſs zur Prüfung der Beantwortungen der im J. 1818 von der Geſellſchaft aufgegebenen Preisfragen, welche bei ihr eingegangen waren, ſtattete in der zweiten dieſsjährigen Sitzung durch Hrn Prof. Pictet folgenden Bericht ab. Sie hatte nur zwei Abhandlungen erhalten, die eine mit dem Motto *Sola jugis* etc., die andere mit dem Motto *Dans ces montagnes* etc. Die erſte beſteht aus einer bloſsen Sammlung von Beobachtungen aus mehreren Schriften, mit nur ſehr wenigen Beobachtungen des Verfaſſers. Die zweite beruht auf viele eigne Unterſuchungen und enthielt neue und ſinnreiche Anſichten, beſchränkt ſich aber nur auf einen einzigen Kanton, und beantwortet alſo die Frage nicht in der Allgemeinheit, welche das Programm forderte. Der Ausſchuſs ſchlug daher vor, ihr die Hälfte des ausgeſetzten Preiſes, als *Acceſſit*, zu ertheilen, und die Preisfrage zu wiederholen, jedoch in minderer Ausdehnung, da ſie ſonſt ſchwerlich zu beantworten ſeyn möchte. Die Geſellſchaft nahm dieſen Vorſchlag an, nur daſs die Mehrheit beſchloſs der Abhandlung die Hälfte der Summe als *Preis*, nicht als Acceſſit, zuzuerkennen, weil ſie innerhalb der Gränzen der Arbeit ihres Verfaſſers den Bedingungen völlig genüge. Beim Eröffnen des verſiegelten Zettels fand ſich als Verf.: Karl Kaſthofer, Oberförſter zu Unterſeen im Kanton Bern und Mitglied der Geſellſchaft *).

In der Ueberzeugung, daſs ſich allein aus einer genaueren Kenntniſs von dem vergangenen und von dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer Alpen etwas Zuverläſſiges über die Frage, ob ſie kälter geworden ſind, entſcheiden laſſe, ſetzt die Geſellſchaft folgende Preisfrage für das Jahr 1822 aus: „Man verlangt eine „Sammlung genauer und gut beobachteter Thatſachen über das Wachſen und das Abnehmen der „Gletſcher in den verſchiedenen Theilen der Alpen, „über die Verſchlechterung oder Verbeſſerung der „Alpweiden, und über den ehemaligen und gegen„wärtigen Zuſtand der Wälder auf den Alpen."

Es iſt hinreichend dieſe Fragen innerhalb irgend einer beſtimmten Ausdehnung der Alpenkette, oder ſelbſt innerhalb eines einzigen Kantons zu beantworten. Die Abhandlungen können lateiniſch, deutſch, italieniſch oder franzöſiſch geſchrieben ſeyn, müſſen aber mit einem verſiegelten, mit dem Motto bezeichneten Zettel, worin der Name des Verfaſſers enthalten iſt, dem Präſidenten der Geſellſchaft *vor dem 1 Januar 1822* eingeſendet werden. In der nächſtjährigen Sitzung wird ein Ausſchuſs zur Beurtheilung der eingehenden Abhandlungen ernannt, und in der Sitzung des Jahres 1822 der 300 Schweizer Franken betragende Preis, und ein Acceſſit von 200 ſchw. Franken, genügenden Aufſätzen zuerkannt werden.

*) „Iſt es wahr, daſs die hohen ſchweizeriſchen Alpen ſeit einer Reihe von Jahren rauher und kälter geworden ſind?" Unter dieſer Ueberſchrift findet ſich in den zu Arau erſcheinenden *Ueberlieferungen zur Geſchichte unſerer Zeit*, Nov. und Dec. Heft 1820, S. 505 f. dieſe Preisſchrift des Hrn Kaſthofer abgedruckt. *Gilb.*

Einen zweiten Preis von 400 schw. Franken setzt die Gesellschaft auf „die beste *physikalische* (das heisst „auf das Studium der Producte der drei Naturreiche „sich beschränkende) *Statistik* irgend eines der 22 „Kantone der Schweiz." Die Bewerbungszeit für diese Frage dauert bis zum 1 Januar 1822. Es ist die Absicht der Gesellschaft, wenn ihrem Verlangen genügt wird, nach einander ähnliche Concurse zu veranlassen, um auch landwirthschaftliche, gewerbliche, und commercielle Statistiken zu erhalten, und sie ladet schon jetzt diejenigen, welche sich mit diesen Gegenständen beschäftigen, ein, Materialien für solche Arbeiten zu sammeln.

Noch ist auf Antrag der Central-Comité der Gesellschaft festgesetzt worden, dass hinfüro *ordentliche Mitglieder* nicht anders ernannt werden sollen, als auf Vorschlag der naturforschenden Gesellschaft des vaterländischen Kantons, oder wenn dieser keine hat, auf schriftliches Einkommen wenigstens einen Monat vor der Versammlung, bei dem jedesmaligen Präsidenten der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft. Ihre Sammlungen sollen in Bern niedergelegt, und ihre Kasse auf drei Jahre einem Genfer Bankierhause übergeben werden. Zur nächstjährigen Sitzung wurde *Basel*, und zum Präsidenten Herr Huber, Professor der Physik an der dortigen Universität, ernannt.

VI.

Erklärung des Hrn Mechanikus Liebherr in München, über eine in diesen Annalen J. 1820 St. 7 S. 329 enthaltene Nachricht, die von Reichenbach'sche Werkstätte betreffend.

München, den 24 Jenner 1821.

In der in Ihren Annalen, am angef. Orte, unter der Aufschrift: *Die Werkstätte von Reichenbachischer eingetheilter Instrumente in Wien*, enthaltenen Nachricht, sehe ich, dass ein mir zwar Unbekannter, aber nach dem Gesagten zu schliessen, wohl Unterrichteter, meines Antheils an der Entstehung der bisher immer nur unter dem Namen der *Reichenbach'schen* bekannten *Kreistheil-Methode* und *Kreistheil-Maschine* gedenkt. Ich bin weit davon entfernt, eines Andern reelles Verdienst schmälern, oder es mir zueignen zu wollen; da indess aus Ihrer Anmerkung zu oberwähntem Auffatze hervor zu gehen scheint, dass Sie selbst, und mit Ihnen vielleicht viele Andere nicht ganz in dieser Sache aufgeklärt sind, so erlauben Sie mir, noch einige Worte darüber zu sagen, um deren Einrückung in Ihre Annalen ich zugleich bitte.

Allerdings hat es seine Richtigkeit, dass Hr. von Reichenbach eine neue Kreis-Eintheilungs-Maschine unter seinen Augen, und nach dem Muster der seinigen, für die neue Werkstätte in Wien hat verfertigen lassen, und dass die zu seiner Kreiseintheilungs-Maschine gebrauchte Methode, welche nach meinem Wissen bis jetzt als die vorzüglichste anerkannt wird, *meine* Erfindung ist. Dass ich sie in

dem in der erwähnten Nachricht genannten Orte *Immenstadt* im Ober-Donau-Kreise, auf die dort angegebene Veranlassung und in dem genannten Jahre gemacht habe, kann ich durch unwiderlegbare Beweise darthun, wie auch, dass ich diese meine Erfindung dem Hrn von Reichenbach, nebst andern Kenntnissen und Erfahrungen, im Jahr 1802, in die Gesellschaft mitgebracht habe, durch welche das mathematische Institut, unter der Firma: Reichenbach, Utzschneider und Liebherr, entstanden ist.

An der Verpflanzung eines Exemplars einer solchen Eintheilungs-Maschine nach Wien, habe ich bis jetzt nicht den mindesten Antheil. Ich werde mich aber nun in Zukunft nicht mehr für verbunden halten, diesen für das Vaterland gewiss ehrenvollen und interessanten Theil des Kunstfleisses dem Auslande zu verweigern, sondern solchen, als mein rechtlich und ohne einen Beitrag erworbenes Privat-Eigenthum achten, und ohne alle Rücksicht auf jede mir gefällige Art veräussern.

Ueber den Werth und die Brauchbarkeit derjenigen astronomischen und mathematischen Instrumente, welche aus der jetzt zu München unter der Firma *Utzschneider, Liebherr und Werner*, und unter meiner Leitung bestehenden Anstalt, bis jetzt hervor gegangen sind, lasse ich alle diejenigen urtheilen, welche Instrumente aus ihr bezogen haben. Soviel ist indessen gewiss, dass ich frei von allen Diensten, meine ganze Zeit, ohne gestört zu werden, den Instrumenten widmen kann, welche bei mir verfertigt werden, bei denen ich mich bestrebe durch Verbesserungen und Anwendung der gemachten Erfahrungen, das Zutrauen, welches man mir bisher schenkte, noch zu vermehren; und das um so mehr, da ich ausser der vollständigen Theil-Maschine alle andere Einrichtungen und Apparate besitze, um jedes Instrument ohne fremde Beihülfe verfertigen zu können.

VII.

Sprengen von Eis.

Folgendes einfache und leicht auszuführende Verfahren, eine Eisdecke und Eisschollen zu sprengen, findet sich im vierten Stücke der Edinburger physikalischen Zeitschrift empfohlen, welches zuerst ein Hr. John Merricks zu *Esk-Hill* ausgeführt und öffentlich bekannt gemacht habe. Man mache mit einem Meissel ein Loch in das Eis, bringe ein Stück Brett quer darüber, und hänge daran, ungefähr 2 Fuss unter dem Eise, ein zinnernes Büchschen, das einige Unzen Schiesspulver enthält, und oben mit einer zinnernen Röhre versehen ist, die ein Knie hat, mit welcher es auf dem Brette ruht. Entzündet man das Schiesspulver auf die gewöhnliche Weise mit einer Lunte, so wird das Eis nach allen Richtungen in die Höhe geschleudert. Bei einem Versuche, den man mit $3\frac{1}{2}$ Zoll dickem Eise anstellte, wurde das Eis in einem 45 Fuss langen und 33 Fuss breitem Raume zerbrochen. Herr Merricks empfiehlt dieses Verfahren den Grönlandsfahrern, wenn sie im Eise einfrieren, und Hr. Scoresby der Jüngere urtheilte, dass es ihnen allerdings unter Umständen sehr brauchbar seyn könne.

VIII.

Eine von der k. Societät der Wiss. zu Göttingen für den Juli 1821 aufgegebene ökonomische Preisfrage.

Der Mangel sehr feuerfester Schmelzgefäſse, welche z. B. höhere Hitzegrade ohne zu schmelzen als die bekannten Almeröder Tiegel, auszuhalten vermögen, ist sehr fühlbar bei manchen technischen Anwendungen in mehreren Gegenden von Deutschland. Die Erfahrung lehrt, daſs Talkerde den Thon viel feuerbeständiger macht. Es fragt sich daher, ob nicht entweder die aus den Mutterlaugen der Kochsalz-Siedung auf manchen Salinen in Menge darstellbare kohlensaure Talkerde, oder Talkerde-haltige Fossilien, wie Serpentin, mit Vortheil als Zusatz bei der Fabrikation solcher Schmelzgefäſse angewendet werden könnten?

Die königl. Societät macht daher zum Gegenstande einer Preisaufgabe, eine auf Versuche gegründete Beantwortung der Frage: *Wie die auf den Salinen zu gewinnende kohlensaure Talkerde, oder andere Talkerde-haltige Körper, zur Verfertigung sehr feuerfester Schmelzgefäſse mit Vortheil benutzt werden können?* Wobei die kön. Societät erwartet, daſs der Anleitung zu Anfertigung derselben, Proben von dem nach derselben bereiteten Schmelzgeräthe zur Prüfung beigefügt werden. — Preis 12 Ducaten. Die Antworten müssen vor Ablauf des Mai's postfrei eingesendet seyn.

E ZU HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

TAG	BAROMI 8 Morg. p. Lin.	12 Mit p. Lin	WINDE TAGS		WINDE NACHTS		WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	334, 90	35, 29	NW	1	NW	1	vr.	tr.	heiter 2
2	34 90	34 29	ssw. SW	2	SW	1	tr. Rg.	tr. Rg.	schön 4
3	36 11	36 71	N. SW	1	S	2	tr. Abr.	tr. Rg.	verm. 9
4	32 28	31 68	SW. wsw	3	wsw	3	tr. etws Rg. strm.	tr. strk Rg. strm	trüb 1
5	31 20	31 07	SW	3	W	3	tr. Rg. wndg	tr. strk Rg wnd	Nebel 15
6	33 92	36 18	N	2	S	1	sch. Rg u. Schn.	ht.	Regen 6
7	37 52	36 36	S 2.	3	ssw	3	tr. Rg. u. Schn. wnd	trRg. u. Sch. wd	Rg-Sch. 2
8	34 49	34 99	W	3	W	3	tr. etws Rg. wndg	tr. wnd.	Schnee 3
9	36 80	37 21	W. wnw	3	SW	2	tr. Abr. wndg	tr.	windig 11
10	37 52	37 562	SW	3	SW	3	vr. wndg	tr. wndg	stürm. 1
11	35 55	35 06	SW	3	SW	4	vr. wndg	tr. strm.	
12	34 87	33 07	wsw. SW	2	wsw	2	tr. etws Rg.	tr.	Nächte
13	30 84	30 344	SW. N 2	3	SO	2	vr. Mrgr. fein Rg.	tr. strk Schn.	heiter 10
14	30 46	31 860	nno. N	2	N	2	tr. gelind Schn.	tr.	schön –
15	36 43	36 681	NO. nno	2	nno	2	sch. etws Nb.	ht.	verm. – trüb 21
16	36 90	36 757	N. O 1.	2	O	2	sch. Nb. Mrg-Abr.	ht.	Nebel 4
17	36 04	36 020	O. oso	2	SO	2	tr. etws Nb.	tr.	Regen
18	38 77	39 470	oso	2	O	2	tr. Nb. Mrgr.	tr.	Rg-Sch.
19	41 01	41 446	oso 1.	2	SO	1	tr. etws Nb.	tr. etws Nb.	Schnee 2
20	41 20	41 086	SO. NO	1	O	1	sch. etws Nb. Mrgr	tr. wenig Nb.	windig 9
21	40 10	39 051	ssw. SO	2	ssw	1	vr. Nb.	ht.	stürm. 2
22	37 31	36 833	oso 1.	2	O	2	vr. Nb.	ht.	
23	36 47	36 458	ono. NO	3	nno	2	vr. Nb.	ht.	Mgrth 10
24	36 21	36 149	ono. ono	3	ono	2	tr. Mrgr.	tr.	Abrth 7
25	35 27	35 170	ono	3	NO	2	tr. etws Nb. wndg	tr. etws Nb. wd	
26	34 54	34 830	ono	3	ono	3	tr. etws Nb. wndg	tr. etws Nb. wd	
27	35 66	37 226	ono	3	ono	3	trNbMgr Schfl Abr	ht. wndg	
28	37 78	37 911	ono NO	3	ono	3	vr. Mgr. e. Schfl. wd	tr. wndg	
29	37 81	37 580	ono 3.	2	ono	3	ht. Nb Mg-Abr. wd	ht. wndg	
30	37 19	37 150	ono. O	3	ono	2	ht. Nb. Mrg. u. Abr.	ht.	
31	35 00	34 702	O 2.	1	ono	1	vr. Nb. Mrg. u. Abr.	tr. Schnfl.	
Med	336 001	35 991 6	östliche		östliche		Anzahl der Beobb. an jedem Lustrum, 155		

Uhr	des Bar	meter
		2°,42
		5, 86
8	m + 0''',010	7, 91
12	m	8, 47
2	m — 0, 121	3, 56
6	m — 0, 126	= 3, 00
10	m — 0, 152	0, 92
		3, 92
		0,90°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats December:

31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	335''',991	— 1°,70	135 Fss,558
dav. sind 4 bei nördl. Wd	m + 0, 495	m — 5, 53	m — 32,526
14 bei östlich. -	m + 1, 483	m — 3, 83	m — 102,012
7 bei südl. -	m — 1, 776	m + 6, 33	m + 155,484
6 bei westl. -	m — 1, 600	m + 5, 23	m + 128,178

Erklärung der A . Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. windig oder Wind Morgenroth, Ab. Abendroth.

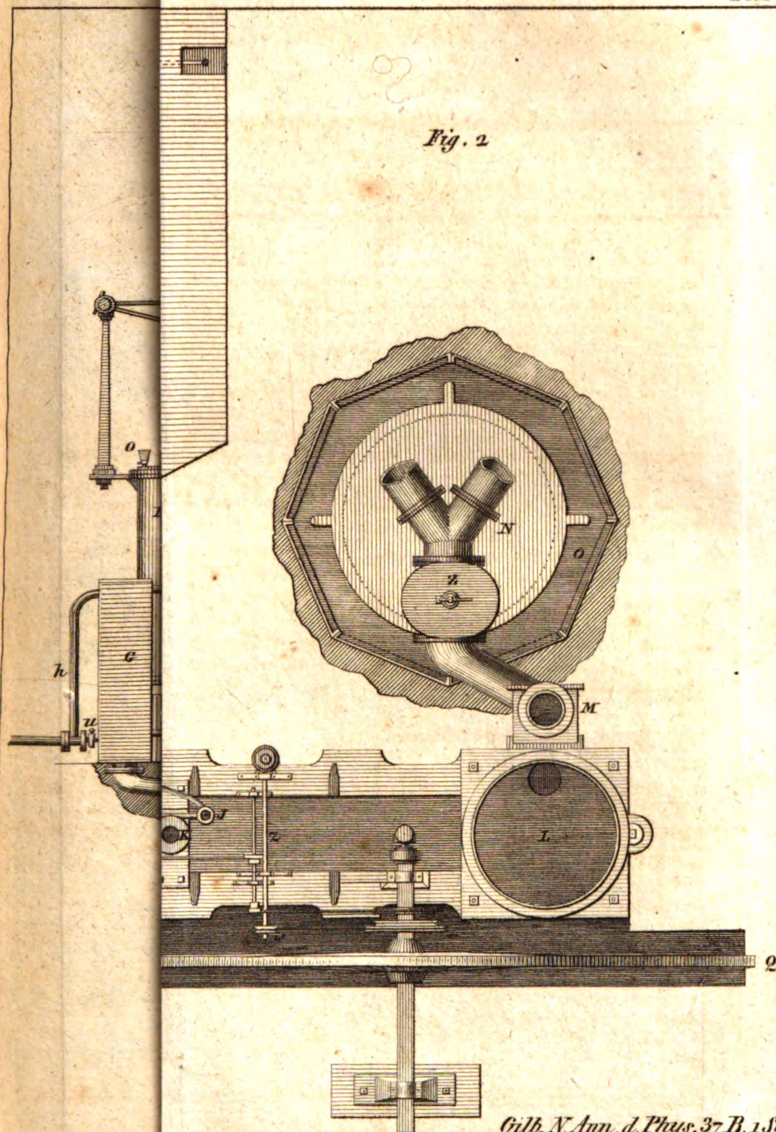
ingem Stratus in SW. Am 21. Morgens dichter Nbl, der erst, nach ;egen Abend sich verliert; Mittgs gehet Cirrus-Schleier in dichten der sich Nchmittgs in wolkige Bed. modificirt, diese, Abds an den ı senkend, läſst die Nacht mit nur geringen Cirr. Cum. oben und en, heiter. Heute 9 U. 44′ 10″ Abds die Winter-Sonnen-Wen-. früh, stark morgenrothe Cirr. Str.; bis Mittag lichter geworden, ch Nachmittags nach Westen und der Himmel ist wolkenleer, lar, Nchts aber, heiter. Am 23. gleiche Bed. früh mit einem mor-:if in S, und sondert sich in Cirr. Str. Gruppen mit einem Damm am ls und Nachts etwas Cirri, dann ohne Wolken zwar, doch nicht 24. früh dünn. Schleier, um 8 Uhr ziehet schnell eine dichte Cirr. ıs NO und es bildet sich eine dichte Bed., später einzelne Schneeflock. und 27 gleichf. und stark bed., einzelne Schneefl., letztere Tags, der Decke und Nachts heiter. Das letzte Monds-Viertel um 2 Uhr ·, bei dem zugleich der Mond in seine Erd-Ferne kömmt, daher Witterung.

. Am 28. früh ziehen leichte morgenrothe Cirr. Str. über heitern :tags vergröſsern sie sich und am Horiz. stehet Contin., Abds und tark und gleich bed. Am 29. früh sehr dünn verschleiert, dann 'dünstetem Horiz. und etwas Nbl. Am 30. wie gestern. Am 31. rr. Str. lösen sich auf, Mittgs heiter; gegen Abend groſse Cirr. Str. Nchts gleich und stark bed.; einzelne Schneefl. Um 1 Uhr 13′ 2″ ute, die Sonne in der Erdnähe.

---

des Monats: Plötzlicher Wechsel der Temperaturen + 8 und fast in der Mitte des Monats, läſst die Strenge des Frostes um so den. Die Kälte starker östlicher Winde mindert in etwas fast stete les Himmels, die jedoch Schnee gering nur mit sich bringt.

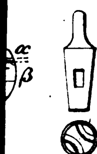
Taf. I.

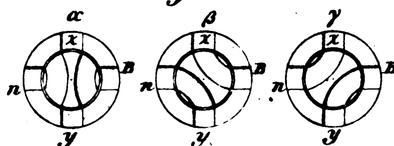


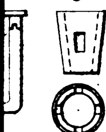
Brömel del.

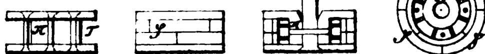
Fr. Ed. Müller sc.

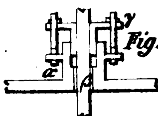
Taf. II

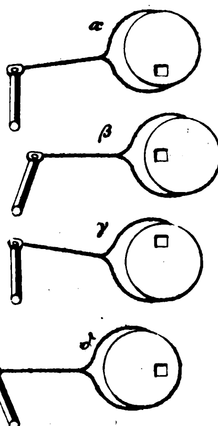


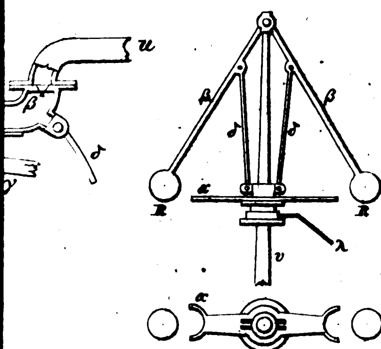


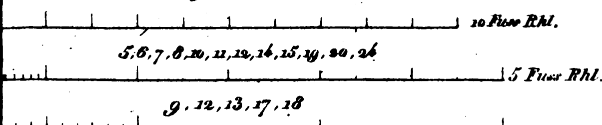












Fr. Ed. Müller sc.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1821, ZWEITES STÜCK.

I.

Ueber die gegenseitigen Wirkungen, welche auf einander ausüben zwei electrische Ströme, ein electrischer Strom und ein Magnet oder die Erdkugel, und zwei Magnete;

von

Ampere, Mitgl. d. Akad. d. Wiss. in Paris.

Frei bearbeitet von Gilbert.

Erste Hälfte,

(vorgelegt der Paris. Akad. den 2 Oct. 1820, mit einigen späteren Einschaltungen.)

Ich übergebe hier endlich dem Leser die schon im Novemberhefte des vorigen Jahrgangs von mir angekündigte, und im Decemberhefte wiederholt versprochene freie Darstellung der grossen und wichtigen Arbeit, in welcher Hr. Ampère nicht nur die neu entdeckten Wunder der Voltaischen Electricität und des Magnets auf eine Weise in das Reine gebracht hat, welche in der That Bewunderung verdient, sondern auch über den bisher noch sehr im Dunkeln liegenden Magnetismus der Erde ein Licht zu verbreiten anfängt, welches für mehrere Theile der Physik von erfreulichen

Folgen seyn wird. Nachdem in Paris Hrn Oersted's Entdeckung bekannt geworden war, ging anderthalb Monate lang (vom 18 Sept. bis 6 Nov. 1820) fast keine Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften hin, in welcher nicht Hr. Ampère einen Vortrag über sehr interessante neue Versuche, die er auf diesem eben erst eröffneten und noch unberührten Felde gemacht hatte, und über die unerwarteten Folgerungen hielt, auf welche diese ihn führten. Was er in den Sitzungen am 18 und 25 Sept. vorgelesen hatte, schmelzer nochmals um, zu einer Abhandlung, von der er den ersten Theil der Akademie in ihrer Sitzung am 2 Oct. vorlegte. Hr. Arago hat diese Arbeit in dasselbe Heft der physikalisch-chemischen Zeitschrift, welche er mit Hrn Gay-Lussac herausgiebt, eingerückt, in welchem sich die im vorigen Novemberhefte dieser Annal. enthaltene Nachricht von seinen schönen electrisch-magnetischen Versuchen findet. Bevor jedoch der zweite Theil erschien, war Hr. Ampère in seinen Forschungen wiederum sehr viel weiter gekommen. Schon in der Sitzung am 9 Oct. gab er zu dem, was im ersten Theile enthalten war, wichtige Nachträge und Erweiterungen; nicht minder in den Sitzungen am 30 Oct. und 6 Nov.; und alles das schaltete er seiner Abhandlung in dem zweiten, einen Monat später erscheinenden Theile ein. Dieser hat dadurch zwar an Reichthum und innerem Werthe, nicht aber an Ordnung und Deutlichkeit gewonnen; vielmehr dünkt mich, er sey etwas zerrissen und unförmlich. Ich glaube daher Hrn Ampères Beistimmung darin nicht zu verfehlen, dass ich hier von seiner Ordnung abgewichen bin, und die Materien so zusammengereiht habe, wie sie theils ihrem Inhalte nach zusammen gehören, theils eine die andere erläutern. Bei diesem Verschmelzen bin ich zwar frei, aber doch treu verfahren; und hier und da dürfte mein Ausdruck schärfer, als in der Urschrift seyn. Durch den seiner Allgemeinheit wegen etwas dunklen Vortrag im Anfange, lasse der Leser sich nicht abschrecken; er wird sich weiterhin belohnt finden.

Gilbert.

Abschnitt 1. *Einleitung.*

1.

Die electromotorische Wirksamkeit (*action électromotrique*) äussert sich durch *zwei* Arten von Wirkungen, welche genau von einander zu unterscheiden sind, und die ich mit dem Namen *electrische Spannung* die eine, und *electrischer Strom* die andere, bezeichnen will.

Die erste, die *electrische Spannung*, nimmt man in zwei auf einander einwirkenden, durch einen Nicht-Leiter von einander getrennten Körpern in allen andern Punkten ihrer Oberfläche, als in denen wahr, wo die Stelle der Trennung ist (*où la séparation est établie*). Die Wirkung der electromotorischen Thätigkeit besteht in diesem Falle darin, beide Körper oder Systeme von Körpern in zwei Zustände von Spannung zu versetzen, deren Unterschied *entweder* sich gleich bleibt, wenn nämlich diese Wirksamkeit selbst constant ist, und zum Beispiel durch gegenseitige Berührung zweier verschiedenartiger Körper erzeugt wird; oder veränderlich ist, wenn wie beim Reiben oder Drücken in der sie hervorbringenden Ursach Veränderungen vorgehen können. Sie ist die einzige Wirksamkeit, welche in einem *Nicht-Leiter* Statt findet, und zwar nur wenn sie sich zwischen den verschiedenen Theilen desselben entwickelt; von ihr giebt der *Turmalin* beim Verändern seiner Temperatur ein Beispiel.

Die zweite Wirkung, der *electrische Strom*, ist dagegen in zwei auf einander einwirkenden Körpern vorhanden, wenn sie einen Theil eines leitenden [ge-

schlossenen, galvanisch-electrischen] Kreises bilden, und mit einander noch durch andere Punkte ihrer Oberfläche in Verbindung sind, als durch die, wo die electrische Thätigkeit sich erzeugt; eine Bedingung, die schon erfüllt ist, wenn die beiden Körper oder Systeme von Körpern, zwischen welchen die electromotor. Wirksamkeit Statt findet, mit der Erde, die dann einen Theil des Kreises ausmacht, in leitender Verbindung stehen. In diesem zweiten Falle findet in den beiden Körpern keine electrische Spannung mehr Statt, sie ziehen leichte Körper nicht mehr auf eine merkliche Weise an, und das gewöhnliche Electrometer vermag das, was in dem Körper vorgeht, nicht mehr nachzuweisen. Dennoch dauert die electromotorische Wirksamkeit in ihnen fort, wie sich dadurch zeigt, dass Wasser, flüssige Säuren oder Alkalien, oder eine Salzauflösung, wenn sie Theile des Kreises ausmachen, wie bekannt, zersetzt werden, besonders wenn die electromotorische Wirksamkeit eine bleibende ist; und überdem wird, wie eben erst Hr. Oersted entdeckt hat, von der electromotorischen Wirksamkeit, welche sich berührende Metalle erzeugen, eine Magnetnadel, die man irgend einem] Theile des geschlossenen Kreises nahe bringt, aus ihrer Richtung abgelenkt. Alle diese Wirkungen hören aber sogleich auf, wenn man den Kreis öffnet und die Schliessung unterbricht: die Wasserzersetzung ist dann verschwunden, die Magnetnadel tritt in ihre gewöhnliche Lage zurück und bleibt in ihr unverrückt, dagegen stellen sich die Spannungen wieder ein, und leichte Körper werden wieder angezogen; ein offenbarer Beweis, dass diese Spannungen nicht die Ursache der Zersetzung des Wassers und der von

Herrn Oersted aufgefundenen Ablenkung der Magnetnadel sind.

Diese zweite Wirkung ist offenbar die einzige, welche Statt finden kann, wenn sich die electromotorische Thätigkeit zwischen den verschiedenen Theilen desselben *Leiters* entwickelt. Die Folgerungen, welche ich [über die Natur des Magneten] in dieser Abhandlung aus den Oersted'schen Versuchen ziehe, werden uns die Wirklichkeit einer solchen Entwickelung in dem einzigen Falle kennen lehren, in welchem wir bis jetzt sie zuzugeben Ursach haben.

2.

Wir wollen nun nachforschen, worauf die *Verschiedenheit* dieser beiden wesentlich zu unterscheidenden Klassen von Erscheinungen beruht, von denen die *eine* in der Spannung und den längst bekannten Anziehungen und Abstossugen, die *andere* in den Zersetzungen des Wassers und vieler anderer Körper, in der Veränderung der Richtung der Magnetnadel, und in einer von den gewöhnlichen electrischen gänzlich verschiedenen Art von Anziehungen und Abstossungen besteht, die ich glaube zuerst wahrgenommen zu haben, und die ich, zum Unterschiede von jenen, *Voltaische Anziehungen* und *Abstossungen* (*attractions et répulsions voltaïques*) nennen möchte.

Sind zwei Körper oder Systeme von Körpern, zwischen welchen sich die electromotorische Wirksamkeit entwickelt, nicht mit einander durch einen zusammenhängenden Kreis von Leitern verbunden, sind aber doch diese Körper selbst, wie in der Voltaischen Säule, Leiter, so kann man sich von dieser Wirksam-

keit keine andere Vorſtellung machen, als daſs ſie immerfort poſitive Electricität in den einen, und negative Electricität in den andern dieſer beiden Körper bringt. In dem erſten Augenblicke ſteht nichts der Wirkung, die ſie bezweckt, entgegen, und es häufen ſich daher die beiden Electricitäten jede in dem Theile des ganzen Syſtemes an, nach welchem ſie hinſtrebt; dieſe Wirkung aber hört auf, ſobald der Unterſchied der electriſchen Spannungen, der gegenſeitigen Anziehung beider Electricitäten, durch welche ſie ſich zu vereinigen ſtreben, hinreichende Stärke giebt, um der electromotoriſchen Wirkung das Gleichgewicht zu halten. Alsdann bleibt alles in dieſem Zuſtande, abgeſehen von dem Verluſt an Electricität, welcher durch den den Kreis unterbrechenden Nichtleiter z. B. die Luft hindurch, allmählig einzutreten pflegt, indem es keinen Körper zu geben ſcheint, der vollkommen iſolirt. In dem Maaſse als dieſer Verluſt eintritt, nimmt die Spannung ab; da dann aber zugleich die gegenſeitige Anziehung der beiden Electricitäten aufhört der electromotoriſchen Wirkſamkeit das Gleichgewicht zu halten, ſo muſs dieſe letztere, im Fall ſie beſtändig iſt, aufs neue poſitive Electricität der einen, negative der andern Seite zuführen, und die Spannungen dadurch in der vorigen Gröſse wieder herſtellen. Dieſes iſt derjenige Zuſtand eines Syſtems von Electromotoren und Leitern, welchen ich *electriſche Spannung* nenne. Es iſt bekannt, daſs er in den beiden Hälften eines ſolchen Syſtems fortbeſteht, ſowohl wenn man ſie von einander trennt, als auch wenn man ſie nach Aufhören der electromotoriſchen Wirkſamkeit noch in Berührung läſst, vorausgeſetzt daſs ſie durch Druck oder

Reiben in zwei Körpern, die nicht beide Leiter ſind, erzeugt ſey. In dieſen beiden Fällen nehmen die Spannungen wegen des eben erwähnten Verluſtes an Electricität allmählig ab.

Wenn dagegen die beiden Körper oder Syſteme von Körpern, zwiſchen welchen die electromotoriſche Wirkſamkeit vor ſich geht, überdem mit einander durch leitende Körper verbunden ſind, (vorausgeſetzt es finde ſich nicht etwa in dieſen eine der erſtern gleiche und entgegengeſetzte electromotoriſche Wirkſamkeit, welche das electriſche Gleichgewicht und die Spannungen erhalten würde), ſo verſchwinden dieſe Spannungen oder werden wenigſtens ſehr klein, und es treten die Erſcheinungen ein, welche den *zweiten Zuſtand* charakteriſiren. Da aber dadurch in der Anordnung der Körper, zwiſchen welchen ſich die electromotoriſche Wirkſamkeit entwickelt, nichts verändert wird, ſo muſs ohne Zweifel dieſe Wirkſamkeit auch dann noch fort beſtehen; und da ihr nun die gegenſeitige Anziehung der beiden Electricitäten, (welche durch den Unterſchied der electriſchen Spannungen, die völlig oder beinahe null ſind, gemeſſen wird,) nicht mehr das Gleichgewicht hält: ſo muſs, wie man allgemein annimmt, in dieſem Fall die electromotoriſche Wirkſamkeit ungehemmt fortfahren die beiden Electricitäten nach eben den entgegengeſetzten Richtungen, wie zuvor, fort zu treiben. Es entſteht folglich dadurch ein doppelter electriſcher Strom, der eine von poſitiver, der andere von negativer Electricität, welche Ströme beide von den Puncten, wo die electromotoriſche Wirkſamkeit rege iſt, ab, nach entgegengeſetzten Richtungen gehen, und ſich in dem Theile des geſchloſſenen Krei-

ſes vereinigen, der dieſen Puncten gegenüber liegt. Die Bewegung dieſer Ströme iſt beſchleunigend, bis das Beharrungs-Vermögen der electriſchen Flüſſigkeiten, und der Widerſtand, den ſie wegen Unvollkommenheit des Leitungs-Vermögens ſelbſt der beſten Leiter erleiden, mit der electromotoriſchen Kraft in Gleichgewicht kommen, worauf ſie mit gleichbleibender Geſchwindigkeit ſo lange fortſtrömen, als dieſe Kraft in derſelben Stärke fortdauert; immer aber hören ſie augenblicklich auf, wenn der Kreis unterbrochen wird.

Dieſes iſt der electriſche Zuſtand einer [in ſich zurücklaufenden] Reihe von Electromotoren und Leitern, den ich der Kürze halber mit dem Namen *electriſcher Strom* bezeichne *). Und da hier beſtändig von den beiden entgegengeſetzten Richtungen die Rede ſeyn wird, in welchen ſich die beiden Electricitäten bewegen, ſo ſetze ich ein für allemal feſt, daſs wenn ich von der *Richtung des electriſchen Stromes* rede, ich darunter jedesmal *die der poſitiven Electricität* verſtehe. Der electriſche Strom *in der Voltaiſchen Säule* geht folglich von dem Ende derſelben, das in der Waſſerzerſetzung den Waſſerſtoff giebt, zu dem den Sauerſtoff-gebenden Ende; dagegen geht *in dem*

*) Beſſer wäre es vielleicht geweſen, um allen Miſsverſtand zu vermeiden, ihn *Voltaiſchen Strom* zu nennen. Von electriſchem Strom darf man alſo hinfüro nicht mehr anders als in dieſem Sinne reden; immer bedeutet er den Strom in der geſchloſsnen Voltaiſchen Batterie, nicht die längs eines Leiters hinflieſsende Electricität einer Art, wie z. B. das Strömen der poſitiven Maſchinen-Electricität durch einen Leiter in den Erdboden. *Gilb.*

leitenden Kreiſe zwiſchen den beiden Enden der Säule der electriſche Strom von dem den Sauerſtoff gebenden, zu dem den Waſſerſtoff gebenden Ende der Säule. Um aber dieſe beiden Fälle in eins zuſammen faſſen zu können, braucht man nur die Erklärung folgendermaſsermaſsen zu faſſen: daſs man *Richtung des electriſchen Stromes* diejenige nenne, in welcher der Waſſerſtoff und die Salzbaſen ſich bei der Zerſetzung von Waſſer und von Salzen bewegen, dieſe Zerſetzung gehe in dem ſchlieſsenden Leiter vor, oder in den feuchten Scheiben zwiſchen den Plattenpaaren der Säule.

Die gelehrten Unterſuchungen der HH. Gay-Luſſac und Thenard über die Voltaiſche Säule, welche eine reiche Quelle wichtiger Entdeckungen in faſt allen Zweigen der Phyſik geworden ſind, haben uns belehrt, daſs die Zerſetzungen, z. B. des Waſſers, der Salze u. ſ. f., keineswegs von dem Unterſchiede der Spannungen an den beiden Enden der Säule abhängen, ſondern daſs ſie einzig und allein durch das hervorgebracht werden, was ich den *electriſchen Strom* nenne. Denn wenn man die beiden Enddrähte der Säule in reines Waſſer führt, ſo findet ſo gut als gar keine Zerſetzung Statt; ſobald man aber dieſem Waſſer, ohne übrigens etwas in dem Apparate zu ändern, eine Säure oder eine Salzauflöſung zuſetzt, tritt ſchnelle Zerſetzung ein, weil reines Waſſer ein ſchlechter Leiter iſt, und zum beſſeren Leiter wird, wenn man es mit Säure oder Salze verſetzt. Daſs die electriſche Spannung der in dem Waſſer eingetauchten Enden der Drähte hierdurch nicht vermehrt werden kann, iſt offenbar; ſie findet ſich vielmehr in dem Grade vermindert, als das Waſſer zu einem beſſeren Leiter

wird. Der electrische Strom ist es, der hierdurch verstärkt die Zersetzung vermehrt; ihm gehört also allein die Zersetzung des Wassers und der Salze an.

Es ist nicht schwer darzuthun, daſs auch er allein in den Oersted'schen Versuchen auf die Magnetnadel wirkt. Man braucht nur eine Magnetnadel auf eine horizontale Säule [einen Trog-Apparat] zu setzen, deren Axe sich ungefähr in der Richtung des magnetischen Meridians befindet. So lange beide Enden nicht leitend verbunden sind, steht die Magnetnadel wie gewöhnlich; sobald man aber die beiden Enden der Säule durch einen Draht verbindet, verändert die Nadel plötzlich ihre Richtung, und bleibt in der neuen Lage so lange, als die Schlieſsung dauert und die Säule ihre Kraft behält, stehen. In dem Grade als diese Kraft abnimmt, nähert sich auch die Nadel allmälig ihrer gewöhnlichen Richtung; und sie kömmt augenblicklich zu derselben zurück, wenn man den electrischen Strom unterbricht, und die Verbindung aufhebt. Und doch ist es gerade diese Verbindung, welche die electrischen Spannungen völlig oder gröſstentheils verschwinden macht. Also können nicht diese Spannungen auf die Richtung der Magnetnadel Einfluſs haben, sondern es hat dieses allein der electrische Strom. Befindet sich in dem geschlossenen Kreise des Apparats Wasser, das kaum eine Zersetzung erleidet, so wird auch eine Magnetnadel, die man unter einem andern Theile des schlieſsenden Drahtes stellt, nur sehr schwach abgelenkt; gieſst man dann aber unter das Wasser, ohne irgend etwas anderes in dem Apparate zu ändern, Salpetersäure, so wird nicht nur die Zersetzung des Was-

fers beschleunigt, sondern zugleich auch die Ablenkung der Magnetnadel vergrösert.

3.

Die gewöhnlichen Electrometer zeigen an, ob electrische Spannung vorhanden, und wie stark sie ist. An einem Instrumente, welches die Gegenwart des electrischen Stromes in einer Voltaischen Säule oder in einem Leiter zu erkennen giebt, die Stärke desselben misst und die Richtung nachweist, in der er fliesst, fehlte es uns aber bisher noch völlig. Jetzt endlich befinden wir uns in dem Besitz eines solchen Instrumentes. Denn um alles dieses zu erlangen, ist weiter nichts nöthig, als dass man die horizontale Säule [den Trogapparat] oder irgend einen Theil des schliessenden Drahtes, in horizontaler Lage, ungefähr in die Richtung des magnetischen Meridians bringe, und dann eine Boussole oder ein ähnliches, nur durch den Gebrauch, zu welchem man es bestimmt, von ihr verschiedenes Instrument, auf die Säule setze, oder unter oder über dem horizontalen Theile des Schliessungsdrahtes anbringe. So lange der leitende Kreis irgendwo unterbrochen ist, bleibt die Magnetnadel in ihrer gewöhnlichen Lage, entfernt sich aber aus ihr augenblicklich, wenn man den electrischen Strom durch Schliessung wieder herstellt, und um so weiter, je kräftiger dieser Strom ist. Die *Richtung* des electrischen Stromes läst sich aber jedesmal nach folgendem Gesetze erkennen: „Man versetze sich in Gedanken in den „electrischen Strom, so dass dessen Richtung von „den Füssen nach dem Kopfe gehe, und denke sich, „man habe das Gesicht nach der Magnetnadel zu ge-

„kehrt, ſo wird ſtets das nach Norden gerichtete Ende „derſelben (welches ich immer *den Südpol der Magnetnadel* nennen werde *, weil er mit dem magnetiſchen Südpol der Erde gleichartig iſt) durch die Wir„kung des electriſchen Stromes nach der *linken Hand* „zu abgelenkt." Und noch kürzer will ich dieſes ſo ausdrücken: *der Südpol* [gewöhnliche Nordpol] *der Magnetnadel wird von einem electriſchen Strome, der auf die Nadel wirkt, nach der linken Hand zu abgelenkt.* Ich halte es für das ſchicklichſte dieſem Inſtrumente, um es von dem gewöhnlichen Electrometer zu unterſcheiden, den Namen *Galvanometer* zu geben. Es iſt rathſam, ſich deſſelben in allen Verſuchen über die electriſchen Ströme zu bedienen, (gerade ſo, wie man Electrometer an der Electriſir-Maſchine anzubringen pflegt), um in jedem Augenblicke ſehen zu können, ob der electriſche Strom, und in welcher Stärke er vorhanden iſt.

Der erſte Gebrauch, den ich von dieſem Inſtrumente gemacht habe, war, mittelſt deſſelben darzuthun, daſs der in der Voltaiſchen Säule ſelbſt vorhandene, von dem negativen zum poſitiven Ende flieſsende electriſche Strom auf die Magnetnadel dieſelbe Einwirkung hat, als der electriſche Strom, welcher in dem ſchlieſsenden Leiter von dem poſitiven nach dem negativen Ende der Säule ſtrömt.

*) Zwar richtiger als im gewöhnlichen Sprachgebrauche, aber demſelben ganz entgegen; und es iſt ſchwerlich zu hoffen, daſs man ſich allgemein an dieſen neuen Sprachgebrauch gewöhnen werde, da der bisherige den Schiffern und den Feldmeſſern mehr zuſagt. *Gilb.*

Nimmt man zu diesem Versuch zwei Magnetnadeln, von denen die eine auf der Säule [dem Trogapparate], die andere über oder unter dem Schliessungsdrahte derselben steht, so sieht man im Augenblicke des Schliessens den Südpol [Nordpol] beider Magnetnadeln nach der linken Seite des electrischen Stromes weichen, nahe über oder unter welchem sie steht. Befindet die *zweite* sich *über* dem Schliessungsdraht, so wird sie daher nach der entgegengesetzten Seite als die *erste*, auf der Säule stehende, abgelenkt werden, weil die Ströme in diesen beiden Hälften des geschlossenen Kreises sich in entgegengesetztem Sinne bewegen; schwebt sie dagegen *unter* dem schliessenden Leiter, so weichen beide Nadeln nach derselben Seite hin, bleiben einander beinahe parallel, und treten, sobald man den leitenden Kreis unterbricht, sogleich beide wieder in ihre anfängliche Lage zurück. — Damit aber dieser Versuch gar keinen Zweifel in Hinsicht der Wirkung des in der Säule vorhandenen electrischen Stromes übrig lasse, ist es nöthig, dass man ihn, wie ich es gethan habe, mit einer Säule mit Trögen anstelle, deren Zink- und Kupfer-Platten in der ganzen Ausdehnung einer ihrer Oberflächen zusammen gelöthet, und die nicht blos an einen Streifen von Metall angelöthet sind; denn diesen könnte man mit Recht für einen Theil des Leiters nehmen *).

*) *Avec une pile à auges.* Hier sieht man also mit völliger Gewissheit, dass Hr. Ampère den Namen *Säule* (*pile*) auf alle Arten von Apparaten zur verstärkten galvanischen Electricität, (welche man in Deutschland häufig galvanisch-electrische oder Voltaische *Batterien* genannt hat) ausdehnt, und dass also unter seinen *horizontalen Säulen* immer *Trog-Apparate*,

Abschnitt 2. Von der gegenseitigen Wirkung zweier electrischen Ströme auf einander.

4.

Dieses ist es, was man vor mir von den Verschiedenheiten in den Wirkungen der Electricität in den beiden eben beschriebenen Zuständen wuſste, dem Zustande der *ruhenden* Electricität, (oder der nur sehr langsam sich bewegenden, denn es ist unmöglich die Körper, in denen sich electrische Spannung äuſsert, völlig zu isoliren), und dem Zustande zweier *electrischen Ströme*, eines positiver und eines negativer Electricität, welche längs eines Kreises leitender Körper hinflieſsen. In der gewöhnlichen Theorie der Electricität denkt man sich die beiden Flüssigkeiten, aus der die Electricität gleichsam zusammengesetzt sey,

welche wir von den Säulen unterscheiden, zu verstehen sind. Sein Trog-Apparat ist nach dem, was er hier angiebt, einer von der ersten Einrichtung, oder vielleicht ein Zellen-Apparat nach Art des groſsen der polytechnischen Schule, mit dem die HH. Gay-Lussac und Thenard ihre Versuche angestellt haben; nicht von der neueren in England allgemein üblichen Einrichtung. Diese letzteren sind aber, die Kupferplatten mögen in ihnen den Zinkplatten an Oberfläche gleich, oder von einer doppelt so groſsen Oberfläche seyn, zu dem Versuche doch immer eben so brauchbar als die ersteren, da auch in den Metallstreifen jedes Paars Zink und Kupfer, an den diese angelöthet sind, der electromotorische Proceſs mit vorgeht und der electrische Strom auf dieselbe Weise und mit derselben Kraft von der Kupfer- zur Zinkplatte, also in derselben Richtung wie in der Säule überhaupt getrieben wird, als wenn Kupfer und Zink unmittelbar einander berührten, worüber man meine Abhandlung im Decemberstück 1820 S. 349 vergleiche. *Gilb.*

würden fortdauernd in dem einen Theile eines geschlossenen Kreises von einander getrennt, und aus ihm in entgegengesetzter Richtung schnell in den andern Theil des Kreises getrieben, in welchem sie immerfort sich wieder vereinigen. Obgleich sich der electrische Strom, in dem Sinne dieser Erklärung genommen, mit einer gewöhnlichen Electrisir-Maschine erhalten läfst, wenn man einen Leiter mit dem Reibzeuge und mit dem Hauptleiter gehörig verbindet, so kann man ihn in einer gewissen Stärke jedoch nur mit Hülfe der Voltaischen Säule hervorbringen, man müsste denn über sehr grosse Electrisirmaschinen gebieten können. Denn es bleibt die Menge von Electricität, welche durch Reibung in einer gegebenen Zeit in einer gewöhnlichen Electrisir-Maschine erzeugt wird, dieselbe, welches auch das Leitungs-Vermögen des übrigen Theils des Kreises sey; die Menge von Electricität, welche eine Voltaische Säule in einer gegebenen Zeit in Bewegung setzt, wächst dagegen immerfort in eben dem Grade, je besser der Leiter ist, durch den man die beiden Enden derselben mit einander verbindet.

Die hier in der Kürze angegebenen Verschiedenheiten sind indefs nicht die einzigen, welche diese beiden Zustände der Electricität von einander unterscheiden. Ich habe noch merkwürdigere Verschiedenheiten zwischen ihnen entdeckt, bei Versuchen mit zwei Voltaischen Säulen, in deren Schliefsungs-Drähten ich ein geradliniges Stück in jedem angebracht hatte. Das in dem einen war unbeweglich, das in dem andern aber ruhte auf Spitzen und war durch ein Gegengewicht leicht beweglich gemacht. Die beiden Vol-

ta'schen Säulen wurden so gestellt, daſs diese beiden geradlinigen Theile der Schlieſsungs-Drähte sich parallel neben einander befanden, und daſs der bewegliche sich dem unbeweglichen nähern oder von ihm entfernen konnte, ohne aufzuhören demselben parallel zu seyn. Lieſs ich nun zugleich den electrischen Strom der einen Säule durch den erstern, und den electrischen Strom der andern Säule durch den zweiten dieser Drähte gehen, so *zogen* die beiden geradlinigen Theile *sich an*, wenn beide Ströme *einerlei* Richtung hatten, *stieſsen* dagegen *sich ab*, wenn beide Ströme in *entgegengesetzter* Richtung sich bewegten.

Dieses Anziehen und Zurückstoſsen, welches zwischen electrischen Strömen Statt findet, ist aber wesentlich von dem verschieden, welches die Electricität im Zustande der Ruhe erzeugt. *Erstens* hört es augenblicklich auf, gleich den chemischen Wirkungen, sobald man den leitenden Kreis unterbricht. *Zweitens* zeigt es sich dem gewöhnlichen electrischen Anziehen und Abstoſsen darin gerade entgegengesetzt, daſs bei dem gewöhnlichen die Electricitäten entgegengesetzter Art sich anziehen, und die gleicher Art sich abstoſsen, indeſs bei dem Anziehen und Abstoſsen der electrischen Ströme gerade das entgegengesetzte Verhalten Statt findet *). Sind nämlich der beiden parallelen Stücke der Schlieſsungs-Drähte *gleichnamige* Enden nach einerlei Seite zugekehrt, und einander

*) In so fern, wenn sie nach einerlei Richtung flieſsen, + E und + E, wenn sie aber im entgegengesetzten Sinne flieſsen, + E und — E in beiden Leitern von einerlei Seite her eintreten. *Gilb.*

ſehr nahe, ſo erfolgt *Anziehung;* ſind dagegen ihre *ungleichnamigen* Enden einander zunächſt, ſo erfolgt *Abſtoſsung.* *Drittens*, es bleiben in dem Fall wenn Anziehnng Statt findet und ſtark genug iſt, um den beweglichen Leiter mit dem unbeweglichen in Berührung zu bringen, beide an einander wie zwei Magnete hängen, indeſs ein poſitiv und ein negativ electriſirter Leiter, die ſich anziehen, ſich nach der Berührung ſogleich wieder trennen. *Viertens* endlich, geht das Anziehen und das Abſtoſsen zwiſchen zwei electriſchen Strömen in dem luftleeren Raume gerade ſo vor, als in der Luft, welches wiederum dem entgegen iſt, wie ſich zwei auf die gewöhnliche Weiſe entgegengeſetzt electriſirte Leiter verhalten.

Wie ſich dieſe neuen Erſcheinungen möchten erklären laſſen, davon kann hier noch nicht die Rede ſeyn.

Die Anziehungen und Abſtoſsungen, welche ſich zwiſchen zwei einander parallele electriſche Ströme äuſsern, je nachdem ſie ſich nach einerlei oder nach entgegengeſetzter Richtung bewegen, ſind Thatſachen, welche ſich durch einen leicht zu wiederholenden *Verſuch* bewähren laſſen. Das dazu beſtimmte Inſtrument muſs aber unter einem Glaskaſten ſtehen, damit man ſicher ſey, daſs der bewegliche Leiter gegen allen Luftzug geſchützt ſey, und nicht etwa von der Luft in Bewegung geſetzt werde. Die bequemſte Einrichtung iſt folgende. Man befeſtige den einen leitenden Draht auf zwei niedrigen Stützen in horizontaler Lage unbeweglich, und führe ihn durch das Fuſsbrett durch, ſo daſs er ſich mit den beiden Enden der einen

Batterie leicht in Verbindung setzen lasse. Dem beweglichen horizontalen Draht gebe man zwei aufwärts gehende Arme, löthe an jeden eine feine Stahlspitze, verbinde beide durch einen Glasstab, und lasse die Spitzen auf zwei senkrechten Metallstäben ruhen, zwischen welchen dann also der bewegliche Draht herabhängt. Und zwar muss alles so eingerichtet seyn, dass er mit dem unbeweglichen Drahte in einerlei horizontaler Ebne demselben parallel hängt, und wenn er in Bewegung kömmt, ihm parallel bleibt. Durch ein in der Mitte des Glasstabs angebrachtes Gegengewicht muss man der Beweglichkeit des herabhängenden Drahtes noch zu Hülfe kommen. Werden die beiden metallischen Stützen desselben mit den entgegengesetzten Enden einer zweiten Voltaischen Säule in leitende Verbindung gesetzt, so geht der electrische Strom dieser zweiten Säule durch ihn hindurch.

Dass die electrischen Ströme, welche man durch die beiden Drähte leitet, von zwei verschiedenen Säulen kommen müssen, ist jedoch eine Meinung, von der ich sehr bald zurückkam. Es reicht völlig hin, wenn beide leitende Drähte Theile eines und desselben Schliessungs-Kreises ausmachen; denn in einem solchen Kreise ist überall der electrische Strom in einerlei Stärke vorhanden. Und auch dieses ist wieder ein offenbarer Beweis, dass die electrischen Spannungen der beiden Enden der Säule auf die Erscheinungen, mit denen wir uns hier beschäftigen, von gar keinem Einflusse sind; denn zuverlässig ist in dem übrigen Kreise keine Spannung vorhanden *).

*) Dasselbe wird auch dadurch bestätigt, dass es möglich ist, die Magnetnadel in sehr groſser Entfernung von der Säule in Be-

Bezeichnen wir die nach derselben Seite zu liegenden Enden des festen Drahtes (AB) und des beweglichen leitenden Drahtes ($A'B'$) mit A, A' die einen, mit B, B' die andern, so muss, wenn man A mit dem einen Ende der Säule, ferner B mit A', und B'

wegung zu setzen, mittelst eines sehr langen Leiters, der in der Mitte so gebogen ist, dass er über oder unter der Nadel in der Richtung des magnetischen Meridians weggeht. Der ausgezeichnete Gelehrte, dem die physikalisch-mathematischen Wissenschaften, vorzüglich die grossen Fortschritte, die sie zu unserer Zeit gemacht haben, verdanken (Hr. Markis Laplace), gab mir diesen Versuch an, und er ist vollkommen geglückt. — Es liesse sich diesem Erfolge entsprechend folgendermassen ein *electrischer Telegraph* einrichten, mit dem man alles was man wollte durch andere Körper hindurch, und ungeachtet aller Hindernisse, in der Ferne schreiben könnte. Man müsste so viel Drähte als das Alphabet Buchstaben hat, neben einander nach jenen Ort führen, dort über jedem eine mit einem der Buchstaben bezeichnete Magnetnadel anbringen, und die beiden Enden jedes Drahtes, dessen Buchstabe angedeutet werden soll, mit den beiden Enden einer an dem ersten Orte stehenden Volta'schen Säule in Verbindung setzen können, wozu sich bequem eine über der Säule angebrachte Klaviatur würde brauchen lassen, deren Klaves mit den Buchstaben der zu ihnen gehörenden Magnetnadeln bezeichnet wären. Um damit zu correspondiren brauchte man nicht mehr Zeit, als zum Lesen der einzeln angegebenen Buchstaben nöthig wäre. [Erst späterhin habe ich durch Hrn Arago erfahren, dass ein solcher Telegraph schon von Hrn Geh. R. von Sömmering angegeben worden ist, nur mit dem Unterschiede, dass er sich statt Magnetnadeln, auf die man damals die Wirkung des electrischen Stromes noch nicht kannte, dazu der Wasserzersetzung in so viel abgesonderten Gefäsen, als es Buchstaben giebt, bedienen wollte.] *Ampère.*

mit dem andern Ende der Säule leitend verbindet, der electrische Strom nothwendig in *einerlei* Richtung durch die beiden wagerecht neben einander befindlichen Theile der leitenden Drähte *A B* und *A′ B′* gehen; und in diesem Fall *ziehen* sie einander *an*. Verbindet man dagegen *B* mit *B′* und *A′* mit dem zweiten Ende der Säule, so geht durch beide Drähte der electrische Strom nach *entgegengesetzter* Richtung; und in diesem Falle *stossen* sie einander *ab*. Da übrigens die Abstossungen und Anziehungen der electrischen Ströme sich in allen Punkten des geschlossenen Kreises äussern, so ist es leicht zu übersehen, dass ein einziger fester leitender Draht hinreicht, so viel bewegliche Drähte anzuziehen und abzustossen, und so viel verschiedene Magnetnadeln aus ihrer Richtung abzulenken, als man nur immer will. Ich werde daher zwei bewegliche leitende Drähte neben dem festen in einem Glaskasten anbringen lassen, um nach Verschiedenheit, wie sie mit einander und einer Säule zu einem Schliessungs-Kreise verbunden werden, Anziehung zu dem festen Drahte in beiden, oder Abstossung von demselben in beiden, oder in dem einen Anziehen, in dem andern Abstossen zu gleicher Zeit bewirken zu können.

[Es zeigt Fig. 1 auf Taf. III das zu diesen Versuchen bestimmte Instrument, wie es Hr. Ampère wirklich hat ausführen lassen *). Es steht auf dem Fussbrett *mn*, unter einem Glaskasten, der die Bewegungen der Luft abhält und in einen hölzernen horizon-

*) Es scheint erst nach der Vorlesung am 2 October fertig geworden zu seyn; Herr Ampère zeigte es der Pariser Akademie in einer Sitzung am 9 October vor, und stellte damit in ihrer

talen Rahmen eingelassen ist, ausserhalb welchem die vier aus Buchsbaumholz gedrehten Becher *R, S, T, U* stehen, die bestimmt sind, etwas Quecksilber, und darin die Enden der messingnen Verbindungsdrähte aufzunehmen, welche durch den Rahmen in den Glaskasten gehen, und an die vier metallnen Träger *M, N, P, Q* angelöthet sind. Die beiden ersten tragen den feststehenden leitenden Draht *AB*, und lassen sich, wenn man die sie fest haltenden Schrauben unter dem Fussbrett lüftet, in den Spalten *I, I* verschieben, damit dieser Draht dem beweglichen näher zu bringen oder von ihm weiter zu entfernen sey. Die beiden andern Träger *P, Q* haben jeder oben ein stählernes Schälchen *X, Y*, das groſs genug ist, etwas Quecksilber in sich aufzunehmen, in welchem die beiden an den messingnen Fassungen *E, F* der Glasröhre *OZ* befestigten Stahlspitzen stehen, mit denen der bewegliche Draht auf diesen Trägern ruht. In der Mitte dieser Glasröhre befindet sich eine dritte messingne Fassung, an welcher ein kleines Messingrohr *V* angelöthet ist, in das der Stiel des Gegengewichts *H* eingerieben ist, der etwas gekrümmt seyn muſs, damit man durch Drehen desselben in dem Röhrchen, den Schwerpunkt des ganzen beweglichen Theils etwas verändern könne. Auch diese beiden Träger stehen in einer Spalte *KL*, in der sie durch Schrauben unter dem Fuſsgestell fest gehalten werden, damit man sie einan-

Gegenwart Versuche, an; die Beschreibung steht erst als ein Nachtrag am Ende seiner groſsen Abhandlung, ich versetze sie aber hierher, wohin sie gehört, und so auch die auf sie folgende Beschreibung des zweiten Instruments. *Gilb.*

der näher bringen oder von einander entfernen könne. An den beiden Fassungen *E*, *F* sind die Enden des beweglichen, mit zwei rechtwinklichen Knieen versehenen Drahtes *ECDF* angelöthet, dessen wagrechter Theil eigentlich das ausmacht, was Hr. Ampère den *beweglichen Leiter* nennt.]

[Will man von diesem Apparate Gebrauch machen, so muſs man zuerst die beiden beweglichen Träger *P*, *Q* in einer solchen Entfernung von einander festschrauben, daſs die Spitzen der Fassungen *E*, *F* genau in den Mittelpunkten der kleinen Schälchen *X*, *Y* stehen; und eben so die Träger des festen Drahtes in der Entfernung, welche man für die schicklichste hält, anschrauben. Alsdann hängt man den beweglichen Draht auf seinen Stahlspitzen ein, und dreht den Stiel des Gegengewichtes *H* so lange, bis man die Lage hat, zu welcher der bewegliche Leiter von selbst wieder zurückkömmt, wenn man ihn in kleine Schwingungen setzt. Will man nun zeigen, daſs zwei electrische Ströme, die in *einerlei* Richtung flieſsen, einander *anziehen*, so setzt man das Quecksilber in den beiden Bechern *R* und *U*, oder in den beiden Bechern *S* und *T*, welche zu entgegengesetzten Enden des festen und des beweglichen Drahtes *AB*, *CD* gehören, (mittelst eines unter dem Fuſsbrett des Instrumentes weggehenden Messingdrahtes mit aufwärts und wieder herabwärts gebogenen Enden) in leitende Verbindung, und verbindet dann das Quecksilber der beiden andern Becher, durch zwei andre Messingdrähte, mit den Enden einer Voltaischen Säule. Will man dagegen das *Abstoſsen* zweier *entgegengesetzt* flieſsenden electrischen Ströme zeigen, so muſs man die beiden Becher *R*

und *S*, oder *T* und *U*, die an derselben Seite der beiden Drähte stehen, mit einander, die beiden andern an der entgegengesetzten Seite neben einander stehenden Becher aber mit den Enden der Voltaischen Säule in Verbindung setzen. Will man endlich den electrischen Strom nur durch *einen* der Drähte gehen lassen, so verbinde man allein die beiden Becher, die an den Enden desselben stehen, mit den Enddrähten der Säule *).]

[Späterhin hat Hr. Ampère diesen Apparat noch in einer etwas veränderten Gestalt ausführen lassen, nämlich so, wie man ihn in Fig. 2 abgebildet sieht. Jeder der beiden Schliessungs-Drähte *A*, *B* ist hier schneckenförmig vielmals in einer Ebne umher geführt, welches diesem Theil die Gestalt einer Scheibe giebt. Der feste Schliessungs-Draht *A* ruht auf zwei in dem Falz des Bodenbretts verschiebbaren Füssen, und ist durch die beiden mit mehreren Knieen versehenen Drähte, welche man in der Figur sieht, mit dem Quecksilber in den Bechern *T* und *U* durch den Fussleisten des Glaskastens hindurch verbunden. Der bewegliche Schliessungsdraht *B* hängt dagegen an der lothrechten Glasröhre *C D*, die bis zum Mittelpunkte der Spirale herabgeht, und längs der dieser Draht äusserlich schrau-

*) Da sich in mehreren andern Apparaten des Herrn Ampère vier eben so angeordnete Buchsbaum-Becher mit etwas Quecksilber befinden, mit denen der bewegliche und der feste Leiter durch angelöthete Drähte verbunden sind, so ist es genug ihren Zweck und ihren Gebrauch, der in allen derselbe ist, hier ein für allemal beschrieben zu haben. Bei den übrigen Instrumenten werden sie daher nur in den Figuren angezeigt, in den Beschreibungen aber nicht weiter erwähnt werden.

benförmig, im Innern geradlinig herauf geführt ist, wovon der Grund im zweiten Theile des Auffatzes erhellen wird. Das geradlinige Ende ist angelöthet an der messingnen Fassung *E*, womit sich die Glasröhre zu oberst endigt, und welche die Hülse *V* für das Gegengewicht *H* trägt, das in dieser Hülse eingerieben ist; diese Fassung ist zugleich mit einer Stahlspitze *L* versehen, welche in dem stählernen Schälchen *Y* in einem Queckfilbertropfen aufsteht. Das schraubenförmig aufsteigende Drahtende ist an der Messing-Fassung *D* der Glasröhre gelöthet, an welcher sich eine zweite Stahlspitze befindet, die in dem stählernen Schälchen *X* ebenfalls in einem Queckfilbertropfen steht. Um diese Spitzen kann die Glasröhre sammt der Drahtscheibe pendelartig vor und zurück schwingen. Wie die beiden stählernen Schälchen, in welchen die Spitzen stehen, mit den beiden Fassungen der rechtwinklig gebogenen Glasröhre, die als Fuss dient, und diese durch zwei Drähte mit dem Queckfilber der beiden andern Buchsbaum-Becher *R* und *S* leitend verbunden sind, ersieht man deutlich aus der Figur.]

Abschnitt 5. **Ueber die gegenseitige Wirkung eines electrischen Stroms und eines Magneten** *).

5.

Dass electrische Ströme auf einen Magneten einwirken, ist zuerst wahrgenommen worden von Herrn Oersted. Mir hat diese Entdeckung Veranlassung ge-

*) Hr. Ampère stellt zwar diesen Abschnitt zuletzt, er gehört aber in der That hierher, indem das, was er noch ferner in seiner Abhandlung voranschickt, nur durch ihn verständlich wird, er auch der Zeit nach vorangeht, und Hr. Ampère auf

geben, die gegenseitigen Einwirkungen aufzufinden, welche zwei electrische Ströme auf einander, und der Erdkörper auf einen electrischen Strom ausüben, und die Art zu entdecken, wie die Electricität alle Erscheinungen des Magneten dadurch hervorbringt, daſs in ihm eine ähnliche Verbreitung (*distribution*) derselben, wie in einem electrischen Strome, Statt findet, und zwar nach krummen Linien, deren Ebenen senkrecht auf der Axe des Magneten stehen, und die in sich zurücklaufen. Die mehresten dieser Ansichten habe ich zwar erst später durch Versuche bewährt, sie finden sich aber schon in der Abhandlung angegeben, welche in der Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften am 18 September 1820 von mir vorgelesen wurde, und ich will daher, was ich in dieser Sitzung vorlas, unverändert hierher setzen, nur mit Uebergehen dessen, was man in gegenwärtiger Abhandlung schon gefunden hat, und der Beschreibung der Apparate, die ich damals erst wollte ausführen lassen. Auf diese Art wird sich der Gang übersehen lassen, den ich in meinen Untersuchungen über diesen Gegenstand genommen habe.

Die Versuche, welche ich über die gegenseitigen Wirkungen angestellt habe, die zwei Leiter, welche Voltaische Säulen schlieſsen, auf einander ausüben, haben mich belehrt, daſs alle Thatsachen, die sich auf die gegenseitige Wirkung zwischen electrischen Strömen

ihm in dem sich beruft, was er beim Abdruck voran stellte. Daher nehme ich mir die Freiheit die alte Ordnung wieder herzustellen, was Hr. Ampère selbst, wie ich nicht zweifle, billigen wird. *Gilb.*

und Magneten beziehen, sich auf *zwei allgemeine Resultate* zurück führen lassen, welche man fürs erste als lediglich durch Beobachtung gegeben anzusehen hat, bis man sie wird auf ein einziges Princip zurückführen können, wie ich das weiterhin andeuten werde. Ich will hier den Anfang damit machen, dass ich diese Resultate auf die einfachste und allgemeinste Weise ausspreche. Das *erste* betrifft die *richtende* Einwirkung eines dieser Körper auf den andern *); das *zweite* die *anziehende* und *abstossende* Einwirkung, welche sie nach Verschiedenheit der Umstände auf einander ausüben.

Richtende Einwirkung. Wenn von diesen beiden Körpern [einem Magneten, und einem geradlinigen Leiter eines electrischen Stromes], der eine fest, der andere beweglich, jedoch blos in einer auf der kleinsten Entfernung des Leiters von der Axe des Magneten senkrechten Ebene drehbar ist, so strebt der bewegliche sich so zu drehen, dass der Leiter und die Axe des Magneten mit einander *rechte Winkel* machen, und dass der sonst nach Norden weisende Pol des Magnets, zur *Linken* von dem ist, was man gewöhnlich den *galvanischen Strom* nennt und ich hier den *electrischen Strom* genannt habe, der entgegengesetzte Pol aber sich zur *Rechten* von diesem Strome befindet; wobei vorausgesetzt wird, dass die Linie, welche die kürzeste Entfernung des Leiters von der Axe des Magneten misst, diese Axe *zwischen* den beiden Polen

*) *l'action directrice d'un de ces corps sur l'autre*; sie ist das, was ich in diesen Annalen bisher mit dem Ausdruck *ablenkende Kraft* bezeichnet habe. *Gilb.*

durchschneide. — Um diese Aussage so allgemein als möglich fassen zu können, muss man aber zwei Arten von Leitern von einander unterscheiden; *erstens* die Säule selbst, in welcher das, was ich den electrischen Strom nenne, sich von der Seite ab, wo bei der Wasserzersetzung der Wasserstoff erscheint, nach derjenigen hin bewegt, an welcher der Sauerstoff zum Vorschein kömmt; und *zweitens* den die beiden Enden der Säule mit einander verbindenden Leiter, in welchem derselbe Strom von der Seite, die den Sauerstoff giebt, ab, nach der zuwärts fliesst, welche den Wasserstoff entbindet. Beide Fälle lassen sich leicht zusammen fassen, wenn man festsetzt, dass man unter Richtung des electrischen Stroms diejenige verstehe, nach welcher, wenn der Schliessungskreis durch Wasser oder Salzauflösungen unterbrochen ist, der Wasserstoff, und die Salzbasen durch die sie zersetzende Wirkung der Säule fortgeführt werden. Uebrigens setzt alles, was ich über diesen Gegenstand zu sagen habe, keineswegs voraus, dass wirklich ein Strom in dieser Richtung vorhanden sey, und man kann, wenn man will, den Ausdruck electrischer Strom, blos für eine bequeme und gewöhnliche Bezeichnungsart dieser Richtung nehmen.

In den Versuchen des Hrn Oersted ist diese richtende Wirkung stets mit der verbunden, welche der Erdkörper auf die Magnetnadel ausübt, manchmal auch mit der sogleich näher zu beschreibenden zweiten Wirkung, welche ich die anziehende und abstossende nenne. Da dieses zu verwickelten Resultaten führt, bei denen es schwer ist die Umstände zu analysiren und die Gesetze zu erkennen, so habe ich, um

die richtende Wirkung eines electrischen Stromes auf einen Magneten von diesen fremdartigen Ursachen ungestört beobachten zu können, folgendes Instrument machen lassen, das ich eine *astatische Magnetnadel* [d. h. eine durch fremde Einflüsse nicht gehemmte] nenne.

Dieses auf Taf. IV Fig. 3 abgebildete Instrument besteht aus einer Magnetnadel *AB*, welche in ihrer Mitte mit einer auf ihr senkrechten Axe *CD* versehen ist, die sich vermöge einer Einrichtung, wie sie an den Fussgestellen der Fernröhre angebracht wird, mittelst zweier Stellschrauben *E* und *F*, in jede beliebige Lage bringen läſst. Die Magnetnadel kann sich blos in einer auf dieser Axe senkrechten Ebene bewegen, und der Künstler muss sie so gearbeitet haben, dass ihr Schwerpunkt genau in der Axe liegt, und dass sie vor dem Magnetisiren völlig äquilibrirt ist, und in jeder beliebigen Lage ruht. Magnetisirt man sie dann, so hat man an ihr ein Instrument, womit sich *erstens* nachweisen läſst, dass, so lange die Ebene, in der sich die Nadel bewegen kann, nicht senkrecht auf der Richtung der Neigungs-Nadel ist, der Erd-Magnetismus strebt die Nadel in diejenige Linie dieser Ebne zu bringen, welche von allen der Richtung der Neigungs-Nadel am nächsten kömmt, und das ist eben die Projection dieser Richtung auf jene Ebene. Giebt man dann also *zweitens* der Axe der Magnetnadel dieses Instruments eine solche Stellung, dass sie der Neigungs-Nadel parallel ist, folglich die Ebene, in der sich die Nadel bewegen kann, senkrecht auf der Richtung der Neigungs-Nadel ist, so hat der Erd-Magnetismus keinen Einfluss weiter auf die Lage der

Nadel, welche alſo durch dieſe Vorrichtung vollkommen aſtatiſch wird.

Das Inſtrument hat überdem in der Ebne, in welcher die Nadel ſich bewegt, einem in Grade eingetheilten Kreis *LMN*, in deſſen Mittelpunkt ſich die Axe der Magnetnadel befindet. Die beiden kleinen Glasſtäbe *GH* und *IK*, welche an demſelben in den entgegengeſetzten Enden eines Durchmeſſers befeſtigt ſind, dienen den Schlieſsungsdraht der Voltaiſchen Säule zu halten, der ſeine richtende Einwirkung nun allein, ungeſtört von der Schwere und dem Erd-Magnetismus, auf die Magnetnadel äuſsert.

Der mit dieſem Apparate anzuſtellende Hauptverſuch iſt, nachzuweiſen, daſs der Winkel, um welchen die Magnetnadel von einem electriſchen Strome, der durch dieſen Draht flieſst, aus ihrer Richtung abgelenkt wird, ſtets *ein rechter* iſt, wenn die *richtende* Einwirkung allein auf die Magnetnadel Einfluſs äuſsert.

Anziehende und abſtoſsende Einwirkung. Ein Leiter, welcher die beiden Enden einer Voltaiſchen Säule verbindet, und ein Magnet, deſſen Axe einen rechten Winkel mit der Richtung des electriſchen Stromes macht, der dieſen Leiter durchflieſst, *ziehen* einander *an*, wenn der Südpol des Magnets zur Linken des auf ihn einwirkenden electriſchen Stroms iſt, beide alſo ſich in derjenigen Lage befinden, welche ſie vermöge ihrer gegenſeitigen Einwirkung auf einander anzunehmen ſtreben. Dagegen *ſtoſsen* ſie einander *ab*, wenn der Südpol des Magnets ſich *rechts* von dem Strome befindet, beide alſo in der entgegengeſetzten Lage als die ſind, in welche ſie einer den andern zu verſetzen ſtreben. Man ſieht aus der Ausſage dieſer

beiden Resultate, daſs die Wirkung zwiſchen dem Leiter und dem Magneten ſtets gegenſeitig iſt. Dieſe Gegenſeitigkeit der Wirkungen war das erſte, was ich durch Verſuche nachzuweiſen mich bemühte, obſchon ſie an ſich offenbar iſt. Die Verſuche gelangen vollkommen, es würde aber etwas Ueberflüſſiges ſeyn, ſie hier zu beſchreiben.

Die beiden Arten von Wirkung zwiſchen einem Magnet und einem ſchlieſsenden Draht, die ich hier als bloſse Ergebniſſe der Erfahrung hingeſtellt habe, reichen völlig aus, alle von Hrn Oerſted beobachtete Thatſachen zu erklären, und voraus zu beſtimmen was in ähnlichen Fällen, über die man noch keine Erfahrung angeſtellt hat, erfolgen muſs. Sie beſtimmen z. B. voraus, alles was eintreten muſs, wenn ein electriſcher Strom auf die Neigungs-Nadel einwirkt. Ich laſſe mich hierüber in das Einzelne nicht ein, weil alles, was ich ſagen könnte, unmittelbar aus unſern beiden Ausſagen hervorgeht. Nur muſs ich bemerken, daſs als ich nur noch das erſte allgemeine Reſultat aus dem, was Hr. Oerſted in ſeiner Note mittheilt, abgeleitet hatte, ich daraus ſogleich die Erklärung der *magnetiſchen Erſcheinungen*, als begründet durch das Vorhandenſeyn electriſcher Ströme in dem Erdkörper und in den Magneten, abzuleiten verſucht habe, und daſs eben dieſe Erklärung mich zu dem zweiten allgemeinen Reſultate, und zu einem Verſuche, der es bewähren ſollte, geführt hat, welcher mir vollkommen gelungen iſt. Hr. Arago bemerkte, als ich ihm dieſes mittheilte, mit Recht, es laſſe ſich allein aus dieſer Anziehung zwiſchen einem Magneten und dem Leiter eines electriſchen Stroms, die auf einander

rechtwinklig in der Richtung stehen, in die sie sich gegenseitig zu versetzen streben, und aus dieser Zurückstoſsung zwischen beiden in den entgegengesetzten Lagen, diejenigen Erscheinungen erklären, welche Herr Oersted in dem Fall wahrgenommen hat, wenn eine horizontal-schwebende Magnetnadel einem lothrechten galvanischen Leiter genähert wird *). Dieses Gesetz lasse sich selbst leicht aus dem Oersted'schen Versuche ableiten, welcher lautet: „wenn der lothrechte „Draht, dessen oberes Ende die Electricität von dem „negativen Ende des galvanischen Apparates erhält, „sich nahe bei einem Punkte in der Nadel befindet, „der zwischen ihrem Pole und Mittelpunkte liegt, „wird dieser Pol nach Westen getrieben." **) Denn diese westliche Bewegung der Magnetnadel, gleich viel ob sich der Draht westlich oder östlich von ihr befindet, sey im ersten Fall eine Anziehung, im zweiten eine Abstoſsung, welche aus dem Grunde erfolgen, weil im erstern der Südpol links, im zweiten rechts von dem electrischen Strome ist.

Ich gestehe die Richtigkeit dieser Bemerkung ein; es scheint mir aber darum selbst für diesen Fall nicht weniger wichtig zu seyn, daſs man die beiden allgemeinen Resultate der gegenseitigen Wirkung eines Magneten und eines einen electrischen Strom leitenden Drahtes auf einander so unterscheide, wie ich es hier gethan habe. Denn man sieht dann ein, daſs in diesem Fall Anziehung und Abstoſsung nach dem Gesetze des zweiten hier entwickelten allgemeinen Resultates

*) (8) S. 300 des vorigen Bandes dieser Annalen. G.

**) Daselbst S. 301. G.

erfolgt; dafs dagegen in dem unmittelbar vorhergehenden Oersted'schen Versuche, der lautet: „wenn der lothrechte, oben die negative Electricität erhaltende Schliefsungs-Draht, einem Pole der Nadel gegenüber steht, bewegt die Nadel sich östlich," der Erfolg davon abhängt, dafs die Nadel die durch das erste allgemeine Resultat bestimmte Richtung, unter den von mir angegebenen Beschränkungen, annimmt.

Das Instrument, mittelst dessen ich die Wirklichkeit desjenigen gegenseitigen Einwirkens eines Magnets und eines electrischen Stroms auf einander, welche ich die *anziehende* und *abstofsende Einwirkung* genannt habe, bewähre, hat eine solche Anordnung, dafs die *richtende Einwirkung* an dem Erfolg, welchen man beobachtet, keinen Antheil haben kann. Man findet es in Fig. 4 auf Taf. IV abgebildet. Es besteht aus einem Fufsgestell *ABC*, dessen beide Arme *BEG* und *BFH* den horizontalen Schliefsungs-Draht *KL* halten, neben welchem man eine kleine cylindrische Magnetnadel *MN* an einem Faden Coconseide *CM*, von dem obern Ende *C* des Fufsgestelles herab hängt, bald mit dem Nordpol, bald mit dem Südpole nach unten gekehrt.

[Beide Einwirkungen, die richtende, und die anziehende und abstofsende, lassen sich auch in zwei Schliefsungs-Drähten, welche von electrischen Strömen durchflossen werden, zugleich darstellen, wenn man dem beweglichen Schliefsungs-Drahte eine solche Einrichtung giebt, dafs er beim Bewegen nicht dem festen parallel bleibt, sondern um eine Axe, die auf beiden Drähten in ihrer Mitte lothrecht steht, sich drehend, mit dem festen Drahte horizontale von

o bis 360° wachsende Winkel bildet. In Fig. 5 auf Taf. IV ist ein solcher Apparat abgebildet.] Je nachdem zwei electrische Ströme den festen und den beweglichen Draht nach einerlei oder nach entgegengesetzter Richtung durchfliessen, ziehen die unter oder neben einander befindlichen Hälften beider einander an, oder stossen sie sich ab; und dem gemäss muss der bewegliche Draht sich so lange drehen, bis er dem festen Drahte parallel ist, in einer Lage, in welcher der electrische Strom durch beide in einerlei Sinn fliesst. Diese Wirkung zweier electrischer Ströme stellt der Apparat sehr gut vor Augen. Führt man vermittelst des Quecksilbers des Bechers *S* und den durch den Rahmen des Glaskastens gehenden Draht, den electrischen Strom einer Voltaischen Säule durch den zunächst stehenden Träger *C* dem festen Schliessungs-Drahte *AB* zu, so durchfliesst er ihn in der Richtung von *A* nach *B*, und geht dann durch den zweiten Träger *B D* und dessen wagerechten Arm *D E*, in das kleine stählerne mit einem Quecksilber-Tropfen versehene Schälchen. In diesem Schälchen steht die lothrechte gläserne Axe, welche die Mitte des Instruments einnimmt, mit einer Stahlspitze, die unter der messingnen Fassung *I* angelöthet ist, daher der electrische Strom mittelst dieser Fassung in den an ihn gelötheten, um die gläserne Axe drehbaren leitenden Draht in der Richtung *K L M N O P*, und durch das Endstück desselben *P Q* in das Quecksilber der Schale *Q* fliesst *), welches durch den Rahmen des Glaska-

*) Steht diese Schale in der verlängerten gläsernen Axe unter *I*, und hat das Drahtende *P Q* zwei gehörig angebrachte

ſtens, mit dem Becher *R* und dem andern Ende der Voltaiſchen Säule in leitende Verbindung geſetzt wird. Es fällt in die Augen, daſs bei dieſer Anordnung, wo überdem der drehbare Leiter zu Anfang an dem Stifte *T* des feſten Leiters anliegt, das wagerechte Stück *M N* des beweglichen Drahtes von dem electriſchen Strome im entgegengeſetzten Sinn, als das wagerechte Stück *A B* des feſten Drahtes, durchfloſſen wird, indeſs nach einer halben Umdrehung des beweglichen Leiters *K L M N O P Q* der electriſche Strom beide wagerechte Theile in einerlei Sinn durchflieſst *).

Der Erfolg des Verſuchs mit dieſem Inſtrumente entſprach ganz der Erwartung. In dem Augenblick als der Voltaiſche Kreis geſchloſſen wurde, drehte ſich der bewegliche Theil des Apparats durch die Einwirkung, welche die beiden electriſchen Ströme, die anfangs durch *A B* und durch *M N* in entgegengeſetzter Richtung floſſen, aufeinander ausübten, ſo lange hin und her, bis beide Ströme parallel neben einander in einerlei Richtung hinfloſſen. Durch die erlangte Geſchwindigkeit ging er nämlich über dieſe Lage hinaus, kehrte aber dahin wieder zurück, und kam nach einigen Schwingungen in ihr zur Ruhe.

Es folgt hieraus, daſs bei der gegenſeitigen Einwirkung zweier electriſchen Ströme auf einander, in der That die *richtende* Kraft, und die *anziehen-*

Kniee, ſo kann ſich dieſer ganze Draht um die Axe drehen, ohne daſs er mit dem Queckſilber der Schale *Q* auſser Verbindung kömmt, wie in der Figur angedeutet iſt. *Gilb.*

*) Unſtreitig reicht dann der Stift *T* nicht bis an den Draht *P O N* hinauf. *Gilb.*

de oder *zurückstoſsende Kraft* auf einem und demſelben Principe beruhen, und blos verſchiedene Aeuſserungen einer und derſelben Wirkſamkeit ſind. Es iſt daher nicht nöthig zwiſchen dieſen beiden Wirkungen hier den Unterſchied zu machen, der von Wichtigkeit iſt, wenn von der gegenſeitigen Einwirkung die Rede iſt, welche ein electriſcher Strom und ein Magnet auf einander ausüben, und man den Magnet wie gewöhnlich in Beziehung auf ſeine Axe betrachtet; denn alsdann ſieht man vielmehr ein Beſtreben beider, (des Schlieſsungs-Drahts und des Magnets) ſich in Richtungen, die auf einander ſenkrecht ſind, zu ſetzen.

6.

Als ich über die Urſachen der neuen von Hrn Oerſted aufgefundene Erſcheinungen nachdachte, ſtellte ich ſehr bald folgende Ueberlegung an. Geſetzt man habe noch nicht gewuſst, daſs die Magnetnadel ſich in eine beſtimmte Richtung von Süden nach Norden dreht und nur in ihr zur Ruhe kömmt, als man die Eigenſchaft derſelben entdeckte, von einem electriſchen Strome ſo gedreht zu werden, daſs ſie ſich ſenkrecht auf die Richtung deſſelben, mit ihrem Südpole links von dem Strome, zu ſtellen ſtrebt, und man fände nun erſt jene Eigenſchaft derſelben, ſich mit dieſem links von dem electriſchen Strome ſich ſtellenden Ende, ſtets nach Norden zu drehen: ſo würde ſich gewiſs jedem der einfache Gedanke unmittelbar aufdrängen, ob denn nicht etwa auch auf dem Erdkörper an ſeiner Oberfläche beſtändig ein electriſcher Strom in einer ſolchen Richtung flieſse, daſs Norden ſich

links von einem Menschen befinde, den man sich, das Gesicht nach der Magnetnadel gewendet, also rücklings an der Erde liegend, so dächte, dass der Strom in der Richtung von seinen Füssen nach dem Kopfe ginge. Dass ein solcher Strom *von Ost* nach *West*, in einer Richtung senkrecht auf die magnetischen Meridiane fliessen müsste, fällt in die Augen.

Je mehr man das Ganze der bekannten Erscheinungen beachtet, desto mehr Wahrscheinlichkeit erhält diese Hypothese. Ein solcher Strom wäre mit dem in der Voltaischen Säule selbst vorhandenen zu vergleichen, der, wie ich gezeigt habe, auf die Magnetnadel so wirkt, als wenn er von dem Kupferende nach dem Zinkende derselben, wenn beide durch einen Leiter verbunden sind, flösse; oder besser noch mit dem einer Säule, welche eine in sich zurückkehrende krumme Linie bildete. Denn wahrscheinlich giebt es in unserer Erde nichts, was einem zusammenhängenden, homogenen Leiter gleicht. Dagegen befinden sich die verschiedenen Materien, aus denen die Erde zusammengesetzt ist, ganz in dem Fall einer in sich selbst zurücklaufenden Voltaischen Säule, welche aus Elementen, wie sie der Zufall an einander gebracht hat, besteht, und rings um die Erde gleichsam einen zusammenhängenden Gürtel bildet. Solche zufällig an einander liegende Elemente werden freilich immer eine viel weniger kräftige Electricität erregen, als wenn sie in regelmäfsiger Folge periodisch wiederkehrend an einander gereiht wären; sie müfsten aber ausdrücklich in der Absicht, dass keine Wirkung Statt finden solle, zusammen geordnet seyn, wenn in einer Reihe verschiedener Körper, welche eine geschlossene krumme

Linie rings um die Erde bilden, nicht nach irgend einer Richtung hin ein electrischer Strom entstehen sollte. Es findet sich, dass in unserer Erde die Körper so an einander liegen, dass auf ihr ein solcher Strom von Ost nach West vorhanden ist. Er dreht überall die Magnetnadel so, dass ihre Richtung senkrecht auf die seinige ist, und eben diese Richtung der Magnetnadel bezeichnet uns daher auf der Erde einen Strom nach magnetischen Parallelkreisen, in so fern derjenige Pol der Nadel, welcher von dem electrischen Strome sich links setzt, stets dem Nordpole zugewendet ist: durch ihn wird die Nadel gerichtet und in den magnetischen Meridian gedreht.

Ich muss hierbei bemerken, dass die Wirkungen der Säulen von der in England üblichen Bauart, deren man sich zum Verbrennen eines feinen Metalldrahts selbst mittelst eines einzigen Paars Zink und Kupfer, die in eine Säure getaucht werden, bedient, hinlänglich beweisen, dass es eine zu eingeschränkte Ansicht ist, wenn man eine electromotorische Wirkung blos zwischen den Metallen zulassen will, und die zwischen ihnen befindliche tropfbare Flüssigkeit nur in so fern sie leitet für wirksam hält *). Dass zwei Metalle electromotorisch wirken, hat Volta auf das Vollständigste bewiesen; folgt daraus aber, dass diese Wirkung zwischen ihnen und andern Körpern, und

*) Schon aus der Art, wie Hr. Ampère hier Wollaston's sogenannten Mikro-Electromotor beschreibt, und noch mehr aus dem, was sogleich folgt, scheint zu erhellen, dass diesem scharfsinnigen Physiker die Lehren Volta's und seiner Schule von der galvanischen Electricität nicht im Einzelnen genau bekannt geworden sind. *Gilb.*

zwischen diesen Körpern allein nicht auch vorgehe? Sie findet wahrscheinlich zwischen allen Körpern, welche Electricität von schwacher Spannung leiten können, in der Berührung Statt, ist aber in Säulen aus Metallen und verdünnten Säuren weit merkbarer, weil diese Körper sie theils mit der mehresten Kraft zu entwickeln, theils die Electricität am besten zu leiten scheinen *).

Zusammenordnungen nicht-metallischer Körper, wir wir sie machen können, vermögen nie eine electromotorische Wirkung, welche mit der einer Voltaischen Säule aus Metallplatten und einer Flüssigkeit vergleichbar wäre, hervorzubringen **), weil wir unsern Apparaten keine sehr große Länge geben können; eine Säule aber, die rings um die Erde reichte, würde unstreitig eine bedeutende Kraft besitzen, auch wenn sie nicht aus Metallen bestände, und ihre Elemente nur durch Zufall an einander gebracht wären. Denn bei einer so grossen Länge müsste alles nach Absicht angeordnet seyn, wenn die Wirkungen nach einem Sinn, und die nach dem entgegengesetzten einander ganz zerstören sollten.

Es ist hierbei noch zu bemerken, dass mehrere electrische Ströme unabhängig von einander, in demselben Körper nicht anders bestehen können, als wenn sie in ihrer ganzen Länge durch Nicht-Leiter von ein-

*) Alles das ist Volta's Lehren nicht entgegen, aber vage und schwankend, indess Volta uns hierüber fest Bestimmtes gegeben und durch scharfsinnige Versuche bewährt hat. *Gilb.*

**) Die bedeutend kräftigen Säulen zweiter Klasse scheinen dem Hrn Verf. hierbei nicht im Gedächtnisse gewesen zu seyn. *G.*

ander vollkommen isolirt sind; und selbst in diesem Fall müssten sie auf einander einwirken, da ihre Wirksamkeit durch alle Körper hindurch geht. Noch vielmehr muss das der Fall seyn, wenn sie auf einer Kugel, deren Theile stetig zusammen hängen, beisammen sind. Sie müssen dann alle eine gemeinschaftliche Richtung annehmen, welche die mittlere aller electromotorischen Wirkungen auf dieser Kugel ist. Uebrigens bin ich weit entfernt zu glauben, dass diese electromotorischen Wirkungen die *einzige* Ursach der electrischen Ströme sind, die sich auf unserer Erdkugel durch die Richtung geben, welche die Magnetnadel an jedem Punkte der Oberfläche der Erde annimmt. Vielmehr bin ich überzeugt, dass die Hauptursach eine ganz andere ist, worüber ich mich bei einer andern Gelegenheit weiter erklären werde. Diese Ursach ist jedoch der Axen-Umdrehung der Erde unterworfen, würde also für jeden Ort eine immerfort sich gleich bleibende Abweichung der Magnetnadel geben, der Erfahrung entgegen. Aus diesem Grunde glaube ich, dass die electromotorische Wirkung der Körper, aus denen unsere Erde besteht, sich mit dieser allgemeinen Wirkung verbindet, und dass sie die allmähligen Veränderungen der Abweichung bewirkt, je nachdem in dem alten oder in dem neuen Continente der Erde die Oxydation merklichere Fortschritte macht.

Was die täglichen Veränderungen der Abweichung betrifft, so sind sie leicht zu erklären, durch die abwechselnden Temperatur-Veränderungen dieser beiden Regionen während der Zeit einer Umdrehung der Erdkugel; denn man kennt schon seit längerer Zeit den Einfluss der Temperatur auf die electromotorische

Wirksamkeit, worüber Hr. Dessaignes sehr interessante Beobachtungen gemacht hat. Zu den electromotorischen Thätigkeiten der verschiedenen Theile der Erde muſs man auch die der magnetischen Erze rechnen, welche, wie wir sehen werden, als Voltaische Säulen zu betrachten sind. Die Temperatur-Erhöhung, die wir in den Leitern der electrischen Ströme großer Voltaischer Säulen wahrnehmen, kann in den Leitern der electrischen Ströme der Erdkugel nicht ganz fehlen; und sollte das nicht die Ursach derjenigen *inneren Wärme* der Erde seyn, deren Wirklichkeit vor kurzem durch Versuche bewährt worden ist, über welche in eine der letzten Sitzungen der Akademie eins ihrer Mitglieder, dessen Arbeiten über die Wärme diesen Theil der Physik in das Gebiet der Mathematik versetzt haben (*Fourier*), einen Bericht abgestattet hat. Und bedenkt man, daſs bei hinlänglich mächtigen Strömen diese Temperatur-Erhöhung bis zum dauernden Weiſsglühen, und der lebhaftesten Licht-Entbindung, ohne Verbrennen und ohne Gewichtsverlust vor sich geht, sollte es da nicht erlaubt seyn zu vermuthen, daſs die dunkeln Himmelskugeln nur schwache electrische Ströme haben, die selbst leuchtenden dagegen die Wärme und das Licht, die sie ausstrahlen, von ihren mächtigeren electrischen Strömen erhalten? *)

*) In dieser Vorstellung dürfte denn doch der Phantasie ein etwas zu freies Spiel gelassen seyn. Eher möchten die *vulkanischen* Erscheinungen sich auf den hier angedeuteten Grund zurück führen lassen; und das auf eine ganz andre Weise als es Patrin, und die ihm gefolgt sind, zu einer Zeit gethan haben, wo es uns an allen den Kenntnissen von der gal-

Bekanntlich suchte man ehemals die Erscheinungen des Magnets durch Ströme zu erklären, meinte, aber, sie seyen der Axe des Magnets parallel; eine Lage, in der sie sich durchkreuzen und zerstören würden.

Sind nun aber electrische Ströme die Ursach der Wirksamkeit der Erde im Richten der Magnetnadel, so müssen sie es auch bei der Wirkung eines Magnets auf einen andern Magneten seyn. Und daraus folgt, daſs man den *Magneten* als eine Vereinigung (*assemblage*) vieler electrischer Ströme zu betrachten hat, die in Ebenen senkrecht auf seiner Axe, und zwar in einer solchen Richtung fliessen, daſs der Südpol der Magnetnadel, d. h. der Pol, der sich nach Norden zu dreht, sich *rechts* von diesen Strömen befindet, weil er immer eine solche Lage annimmt, daſs er zur *linken* Hand eines auſserhalb des Magneten, demselben parallelen und dicht neben ihm vorhandenen electrischen Stromes ist;*); oder es ordnen sich vielmehr diese Ströme in dem Magnete sogleich nach den kürzesten in sich zurücklaufenden krummen Linien an (*s'établissent*) von der Linken zur Rechten oder von der Rechten zur Linken kreisend, wobei die Linie, welche auf den Ebnen dieser Ströme [durch ihre Mittelpunkte] senkrecht ist, die Axe, und die Enden derselben die beiden Pole des Magnetes werden. Folglich sind an jedem der

vanischen Electricität und den electrischen Strömen, die einer solchen Erklärung einige Wahrscheinlichkeit geben, noch vollkommen fehlte. *Gilb.*

*) *puisqu'il est toujours à gauche d'un courant placé hors de l'aimant, et qui lui fait face dans une direction parallèle.* Wie Hr. Ampère dieses verstanden wissen will, wird weiterhin erhellen. *Gilb.*

Pole eines Magnets, die electriſchen Ströme aus denen er beſteht, in concentriſchen, geſchloſſenen Curven vorhanden.

Dieſe Anordnung habe ich, ſo gut es ſich thun lieſs, mit einem electriſchen Strome nachgeahmt, indem ich den Meſſingdraht, der ihn leitete, in der Mitte ſchraubenförmig wand, und die geradlinigen Enden durch Glasröhren nach den entgegengeſetzten Enden einer Voltaiſchen Säule führte. Je nachdem ich den electriſchen Strom durch dieſe Spirale hin- oder her-wärts gehen lieſs, wurde ſie von dem Pole eines Magneten, den ich ſo hielt, daſs ſeine Axe auf die Ebnen der Schraubengänge ſenkrecht ſtand, ſtark angezogen oder abgeſtoſsen, erſteres wenn die electriſchen Ströme des ſchraubenförmigen Drahtes und des Magnets in einerlei Sinne, letzteres wenn ſie in entgegengeſetztem Sinn floſſen. Nimmt man ſtatt des Magnets einen andern ſchraubenförmig gewundenen Draht, durch den man den Strom in demſelben Sinn als im Magneten flieſsen läſst, ſo zeigt er zu dem erſtern dieſelben Anziehungen und Abſtoſsungen. Auf dieſe Weiſe entdeckte ich, daſs zwei electriſche Ströme, die in einerlei Richtung flieſsen, ſich anziehen, und zwei electriſche Ströme, die nach entgegengeſetzter Richtung flieſsen, ſich abſtoſsen. — Endlich zeigen auch zwei Magnete in ihrer Wirkung auf einander dieſelben Anziehungen und Abſtoſsungen, welche Folge der Anordnung der ſie bildenden electriſchen Ströme, und deren gegenſeitiger Anziehung und Abſtoſsung ſind. . . . Wir werden immer mehr finden, daſs dieſe electriſchen Ströme die einzige Urſach aller magnetiſchen Erſcheinungen ſind.

7.

Ich konnte erst in der Sitzung am 25 September meine Vorlesung beendigen, und beschloss sie mit einem *Ueberblick*, in welchem ich aus den Thatsachen, die ich mitgetheilt hatte, folgende Schlüsse zog:

1. Zwei electrische Ströme die parallel neben einander fliessen, ziehen einander an, wenn sie in einerlei, stossen sich ab, wenn sie in entgegengesetztem Sinne strömen.

2. Können zwei nahe bei einander befindliche Drähte sich blos in parallelen Ebenen drehen, so strebt jeder von zwei electrischen Strömen, die durch sie fliessen, den andern in eine Lage zu drehen, in der beide Ströme parallel in einerlei Sinn fliessen.

3. Diese Anziehungen und Abstossungen sind ganz verschieden von den gewöhnlichen electrischen Anziehungen und Abstossungen.

4. Alle Oerstedsche, in dieser Vorlesung analysirte und auf zwei allgemeine zurückgeführte Erscheinungen des Einwirkens eines electrischen Stroms auf den Magneten, fallen unter das eben angegebene Gesetz des gegenseitigen Anziehens und Abstossens zweier electrischer Ströme, wenn man annimmt, dass ein Magnet eine Vereinigung vieler electrischer Ströme ist, welche durch die Wirkung der Theilchen des Stahls auf einander, analog der der Elemente einer Voltaischen Säule, hervorgebracht werden, und in Ebenen fliessen, die senkrecht auf der geraden Linie durch die beiden Pole des Magneten stehen.

5. Wenn der Magnet in der Lage ist, in die er sich durch die Wirkung der Erdkugel zu setzen strebt, so fliessen die Ströme desselben in entgegengesetztem

Sinn, als in welchem Sonne und Sterne ihren täglichen Umlauf am Himmel machen; in der entgegengesetzten Lage, wo die gleichnamigen Pole nach einerlei Seite gekehrt sind, bewegen sich die Ströme in einerlei Sinn mit dem scheinbaren Lauf der Sonne.

6. Die bekannten Einwirkungen zweier Magnete auf einander fallen unter dasselbe Gesetz.

7. Eben so die Wirkungen des Erdkörpers auf einen Magneten, wenn man electrische Ströme in demselben annimmt, die in Ebenen senkrecht auf die Neigungsnadel, von Ost nach West in der untern Hälfte (*au dessous de cette direction*) fliefsen.

8. Zwischen den beiden Polen eines Magneten ist keine andere Verschiedenheit, als lediglich die, dass der eine links, der andere rechts von den electrischen Strömen ist, die dem Stahle die magnetischen Eigenschaften geben.

9. Als Volta bewiesen hatte, dass die Electricitäten der beiden Enden seiner Säule sich nach denselben Gesetzen als die beiden auf gewöhnliche Weise erregten Electricitäten anziehen und abstofsen, hatte er darum noch nicht die Einerleiheit dargethan, der durch die Säule und der durch Reibung in Thätigkeit gesetzten Flüssigkeiten; sie wurde dieses aber, so weit sich nur physikalische Wahrheiten beweisen lassen, als er zeigte, dass zwei Körper, von denen der eine durch die Säule, der andre durch die Electrisirmaschine electrisirt worden waren, auf einander unter allen Umständen eben so wirkten, als wenn sie beide mit der Electricität der Säule oder mit der gewöhnlichen Maschinen-Electricität erfüllt sind. Dieselbe Art von Beweis findet sich hier in Rücksicht der Einerleiheit der

Anziehungen und Abſtoſsungen der electriſchen Ströme und der Magnete. Ich habe ſo eben der Akademie die gegenſeitige Wirkung zweier electriſcher Ströme auf einander vorgewieſen; die längſt bekannte Wirkung zweier Magnete auf einander fallen unter daſſelbe Geſetz. Dieſe Aehnlichkeit allein würde aber immer nur darthun, daſs die electriſche und die magnetiſche Flüſſigkeit einerlei Geſetzen gehorchen, wie man das längſt angenommen hat, und die einzige Veränderung, welche in der gewöhnlichen Theorie des Magnetismus gemacht werden müſste, wäre, anzugeben, daſs die magnetiſchen Anziehungen und Abſtoſsungen nicht mit denen, die auf electriſcher Spannung beruhen, ſondern nur mit den von mir zwiſchen zwei electriſchen Strömen aufgefundenen zuſammen geſtellt werden können. Die Verſuche des Hrn. Oerſted, in welchen wir von einem electriſchen Strome dieſelben Wirkungen in einem Magneten hervorgebracht ſehen, beweiſen aber nun, daſs es einerlei Flüſſigkeiten ſind, welche in beiden Fällen wirken.

In der Sitzung am 9 October ſprach ich noch einmal über dieſe Einerleiheit der Electricität und der Urſach der magnetiſchen Erſcheinungen, und zeigte, daſs der Magnet die Eigenſchaften, welche ihn charakteriſiren, nur dadurch beſitzt, daſs ſich in ihm, in den Ebenen ſenkrecht auf die gerade Linie zwiſchen ſeine beiden Pole, dieſelbe Diſpoſition der Electricität findet, welche in dem ſchlieſsenden Leiter einer Voltaiſchen Säule vorhanden iſt; eine Diſpoſition, die ich mit dem Namen *electriſcher Strom* bezeichne, wobei ich aber in meinen in der Akademie vorgeleſenen Abhandlungen ſtets ausdrücklich bemerkte, daſs dieſe Einerleiheit

der magnetischen Parallelkreise im Magnete mit den schliessenden Leitern der Voltaischen Säule, die fest zu stellen ich hauptsächlich zur Absicht hatte, unabhängig sey von der Vorstellung, die man sich von dieser electrischen Disposition machen möge.

Um diese Einerleiheit durch *directe Versuche* darzuthun, hatte ich den in dem zweiten Abschnitte gegenwärtiger Abhandlung beschriebenen und in Fig. 1 abgebildeten Apparat machen lassen, und mit ihm wiederholte ich die Versuche in der Sitzung der Akademie am 9 October *). Es gehören zu demselben zwei kleine, sehr stark magnetisirte, wie zwei Lanzenspitzen gestaltete Magnetnadeln, die in ihrer Mitte mit einem Messingblech, das eine Art doppelter Klammer bildet, und mit einem kleinen Pfeil versehen sind, der dazu dient, die Richtung der Ströme nachzuweisen, wie ich sie mir in dem Magneten denke, und von denen der Versuch darthun soll, dass es electrische Ströme sind. Eine solche Nadel sieht man auf Taf. III in Fig. 6 abgebildet, wie sie sich von der Seite und von unten her gesehen zeigt: *ab* ist die Magnetnadel, *ef* der Pfeil, und *cd* das kleine den doppelten Haken bildende Messingblech, vermöge dessen sich die Nadeln auf die wagerechten Theile der Schliessungs-Drähte mei-

*) Hr. Ampère giebt erst hier die durch die Abbildungen in Fig. 1 und 2 erläuterten Beschreibungen seiner beiden Apparate, mit denen er die Anziehungen und Abstossungen, welche electrische Ströme auf einander äussern, vor Augen stellt. Ich habe diese Beschreibungen an das Ende des zweiten Abschnitts versetzt, wohin sie unmittelbar gehören, und trage also hier nur noch die eben so interessanten als beweisenden Versuche vor, welche er mit demselben über die Natur des Magneten angestellt hat. *G.*

ner beiden Inſtrumente anhängen laſſen. Dieſes muſs in einer ſolchen Lage geſchehen, daſs die gerade Linie durch ihre Pole lothrecht, die Richtung ihrer Ströme alſo den leitenden Drähten parallel iſt; und zweier ſolcher Nadeln Ströme laſſen ſich dabei beliebig nach einerlei oder nach entgegengeſetztem Sinn richten. Mit dieſen Nadeln laſſen ſich nun folgende Verſuche anſtellen:

Nachdem ich in dem in Fig. 1 abgebildeten Inſtrumente Anziehen und Abſtoſsen der beiden leitenden Drähte *A B*, *CD* dadurch bewirkt habe, daſs ich zwei electriſche Ströme in einerlei und dann in entgegengeſetztem Sinn durch ſie flieſsen laſſe, leite ich nur durch einen derſelben einen electriſchen Strom, und hänge auf den andern auf die angegebene Weiſe eine meiner Magnetnadeln, und zwar zuerſt ſo, daſs die Ströme, welche ich in der Nadel annehme, ſich in demſelben Sinn, als zuvor der durch den Draht flieſsende electriſche Strom bewegen. Man ſieht dann dieſelben Erſcheinungen des Anziehens oder des Abſtoſsens, welche zuvor in den beiden leitenden Drähten, vermöge deſſen, was ich die *anziehende* und *abſtoſsende* Wirkſamkeit derſelben genannt habe, Statt fanden. Und hängt man dann dieſelbe Nadel um, ſo daſs nun ihre Ströme im entgegengeſetzten Sinne als zuvor flieſsen, ſo zeigt ſich die entgegengeſetzte Erſcheinung, vermöge derſelben Wirkſamkeit, genau ſo, als wenn man dem Strome, deſſen Stelle die Nadel vertritt, die entgegengeſetzte Richtung als zuvor, durch Verbindung der beiden Enden des Leiters dieſes Stromes mit den entgegengeſetzten Enden der Säule gegeben hätte.

Zuletzt laſſe ich durch *keinen* der beiden leitenden Drähte meines Apparats einen electriſchen Strom gehen, hänge aber auf jeden eine meiner Magnetnadeln lothrecht, ſo daſs ihre Axe auf dem Drahte rechtwinklich ſteht, und alſo ihre Ströme mit dieſem Drahte parallel ſind. Man erhält dann wiederum, entſprechend den bekannten Wirkungen zweier Magnete auf einander, *erſtens* dieſelben Anziehungen und Abſtoſsungen als wenn electriſche Ströme durch die beiden leitenden Drähte flöſſen, wenn die Ströme beider Nadeln entweder in einerlei, oder in entgegengeſetztem Sinne als die electriſchen Ströme flieſsen, deren Stelle ſie vertreten; und *zweitens* die umgekehrten Erſcheinungen, wenn die Ströme der einen Nadel in gleichem, die der andern im entgegengeſetzten Sinne als zuvor die electriſchen ſtrömen; alles der Theorie entſprechend, welche Einerleiheit der Ströme des Magnets mit den Strömen der Voltaiſchen Säule annimmt.

Dieſe Einerleiheit beider Ströme läſst ſich auch mittelſt des in Fig. 5 Taf. IV abgebildeten Inſtruments darthun, wenn man ſtatt des feſten leitenden Drahtes *MN* darin einen Magnetſtab horizontal ſo anbringt, daſs die Ströme dieſes Magneten in demſelben Sinn flieſsen, als zuvor der electriſche Strom durch den feſten leitenden Draht floſs. Leitet man dann blos einen electriſchen Strom durch den beweglichen Draht *), ſo ſieht man dieſen durch Wirkung der Magnetnadel in dieſelbe drehende Bewegung kommen, als in dem Verſuch, da electri-

*) Unſtreitig aus der Schale *U*, durch *DET* und den drehbaren Draht *KLMNOPQ*, in die Schale *R*. *Gilb.*

ſche Ströme durch beide leitende Drähte, den feſten und den drehbaren, floſſen, und kein Magnetſtab mit im Spiele war. Um einen Magnetſtab ſo anbringen zu können, wie es zu dieſem Verſuche geſchehen muſs, dient mir in dieſem Apparate der Träger *X Y*, an deſſen Ende ſich eine offene Hülſe *Z* befindet, in die ſich der Magnetſtab hinein ſchieben, und in der angegebenen Lage mittelſt einer Druckſchraube *V* befeſtigen läſst.

8.

Es wäre hier nun der Ort, noch von einer andern Art von Wirkſamkeit der electriſchen Ströme zu reden, von der nämlich, durch die ſie dem Stahle die *magnetiſchen Eigenſchaften mitzutheilen* vermögen, und zu zeigen, daſs alle Umſtände, die bei dieſer Wirkſamkeit, deren Kenntniſs wir Hrn Arago verdanken, Statt finden, redende Beweiſe für die in dieſer Abhandlung aufgeſtellte Theorie ſind, und daſs durch ſie die electriſche Natur des Magnets, dieſer Theorie entſprechend auf das vollſtändigſte dargethan wird.

Auch hätte ich, um nichts zu übergehen, was wir über die gegenſeitige Wirkung der ſchlieſsenden Drähte und der Magnete wiſſen, von den ſehr intereſſanten Verſuchen zu reden, welche ein ſcharfſinniger Phyſiker, Hr. Boisgiraud, der Akademie der Wiſſenſchaften in einer Abhandlung, die am 9 October 1820 vorgeleſen wurde, mitgetheilt hat. Einer ſeiner Verſuche läſst keinen Zweifel über einen Hauptpunkt in der Theorie der gegenſeitigen Wirkung zwiſchen ſchlieſsenden Drähten und Magnete übrig,

indem er darthut, dass diese Wirkung zwischen dem Schliessungsdrahte und allen auf der geraden Linie durch die beiden Pole senkrecht stehenden Querschnitte des kleinen Magneten, auf den er wirkt, gleichmässig Statt findet, und nicht mit grösserer Kraft in den Polen als in den übrigen vorgeht, wie das der Fall ist, wenn man die Einwirkung aller Punkte der Axe eines Magnetstabes auf eine kleine Magnetnadel untersucht.

Die Entdeckungen des Herrn Arago sind indess schon von ihm selbst den Physikern bekannt gemacht worden *), und ich hoffe, dass auch Herr Boisgi-

*) Siehe Stück 10 des vorigen Jahrg. dieser Annalen S. 311. Nach dem Protokoll der Verhandlungen in der Pariser Akademie der Wissenschaften wies Hr. Ampère nach, in einem kurzen Aufsatze, den er am 16 October vorlas, dass alle Umstände bei der von Hrn Arago bewirkten Magnetisirung von Stahlstäben durch die Voltaische Säule, der von ihm (Hrn Ampère) dargethanen Identität der electrischen Ströme mit den Strömen, welche er in dem Magnete in Ebnen senkrecht auf der Axe desselben annimmt, entsprechen; und in der Sitzung am 30 October zeigte er den Versuch vor, dass der Erd-Magnetismus einen beweglichen Draht, durch welchen ein electrischer Strom fliesst, in eine der Neigungs-Nadel entsprechende Lage dreht [der Versuch mit der astatischen Nadel, welcher hier S. 140 beschrieben ist]. In derselben Sitzung las Hr. Biot seine Abhandlung über die physikalischen Gesetze, nach welchen die metallischen Schliessungs-Drähte Voltaischer Säulen auf die Magnetnadeln wirken. (s. diese *Ann.* Dec. H. S. 392.) Endlich benachrichtigte noch Hr. Arago die Akademie mündlich, in der Sitzung am 6 No-

rand seine Abhandlung bald in den Druck geben wird *). Ich werde dann in einer zweiten Abhandlung, in der ich mich mit der mathematischen Theorie der Erscheinungen durch electrische Ströme zu beschäftigen denke, Gelegenheit haben, aus ihnen, zum Beweise der Genauigkeit dieser meiner Theorie, die Folgerungen zu ziehen, auf welche die Thatsachen führen, die Herr Boisgiraud beobachtet hat. Auch verspare ich für diese zweite Abhandlung die Untersuchung der Gesetze der gegenseitigen Wirkung zweier Magnete, welche es anfangs meine Absicht war hier noch hinzu zu fügen, und man wird daher erst dort die Nachweisung finden, dass diese Gesetze nothwendige Folgen der Ursach sind, welche ich für sie in gegenwärtiger Vorlesung angegeben habe.

vember, dass er mit Hülfe der *gewöhnlichen Electricität* alle Erscheinungen der Magnetisirung bewirkt habe, welche sich ihm beim Magnetisiren mittelst der Voltaischen Säule gezeigt hatten. — [Ich habe mich also geirrt, da ich im Decemberhefte S. 406 in einer Anmerkung zu Hrn Akad. von Yelin's interessanter Wiederholung dieser Versuche vermuthete, es sey in der daselbst erwähnten Notiz im *Moniteur*, von Hrn Arago's Magnetisirung mittelst der Voltaischen Säule die Rede gewesen.] *Gilb.*

*) Sie folgt hier gleich auf gegenwärtigem Aufsatz. *Gilb.*

II.

Versuche über die Wirkung der Voltaischen Säule auf die Magnetnadel;

von

Boisgiraud d. Aelt., Rep. d. Phyſ. a. d. Mil. Sch. v. St. Cyr.

Frei ausgezogen aus e. in d. Pariſ. Akad. am 9 Oct. 1820 vorgeleſenen Aufſatze, von Gilbert *).

Herr Boisgiraud war in der Sitzung der Akademie am 11 September gegenwärtig, in welcher Hr. Arago, nach ſeiner Rückkunft von Genf, einige der Oerſted'ſchen Verſuche wiederholte, und wurde durch ſie zu eignen Verſuchen über die Einwirkung der Voltaiſchen Electricität auf die Magnetnadel veranlaſst. Von dem, was ihm eigen iſt, giebt er in dieſem Aufſatze Bericht. Es ſtanden ihm zwei wenig kräftige Trogapparate alter Einrichtung, jede von 20 Platten-Paaren, zu Gebot. Er hatte die dicken Meſſingdrähte an den Enden der Tröge jeden mit einem dünnen Platindrahte verſehen, und beim Schlieſsen wurden dieſe mit einander in Berührung gebracht. Der beide Tröge mit einander verbindende Zwiſchen-Draht, wirkte auf die Magnetnadel gerade ſo als die Schlieſsungs-Drähte. Nur wenn dieſe ſich berührten war Wirkung; auch bei der kleinſten Entfernung ihrer Spitzen von einan-

*) Aus den *Annal. de phyſ. et de chim.*, mit Uebergehen von manchem, was in Deutſchland allgemein bekannt iſt. *Gilb.*

der keine; und je nachdem die beiden Tröge so mit einander verbunden waren, daſs sie übereinſtimmend, oder entgegengeſetzt wirkten, ſah er ihre Wirkung auf die Nadel ſich einander vermehren oder vermindern. Zwiſchenbringen von einem einzigen Blatte mit der Flüſſigkeit der Tröge genäſsten Papiers, oder eines kleinen Stückchens Kohle, oder von etwas gemeinem Waſſer zwiſchen den beiden ſchlieſsenden Platindrähten, verminderte die Wirkung ſehr bedeutend. In Hrn Ampère's ſehr kräftigem Trogapparate hob Kohle, beſonders wenn ſie glühte, und mit Säure verſetztes Waſſer die Wirkung nicht gänzlich auf. Als er die Magnetnadel unter den die beiden Tröge verbindenden Platindraht geſtellt hatte, wurde ſie beim Schlieſsen beider Tröge mit Platindraht ſtark abgelenkt, blieb aber unverrückt ſtehen als Er ſelbſt den Kreis mit feuchten Händen ſchloſs, obgleich er einen empfindlichen Schlag erhielt. Er erklärt es ſich hieraus, warum er von einer Säule von 48 Platten-Paaren von Laubthaler Gröſse, die mit feuchten Tuchſcheiben aufgebaut war und einen ziemlich ſtarken Schlag gab, keine Wirkung auf die Magnetnadel erhalten habe.

An einem 8 Linien langen magnetiſirten Stahldrahte, der von dem Punkte in ſeiner Mitte nach den beiden Enden zu in entgegengeſetztem magnetiſchen Zuſtande war, und den er an einem ſehr feinen Faden Seide horizontal gehängt hatte, bemerkte der Verf., daſs jedesmal, wenn er demſelben den Schlieſsungsdraht nahe brachte, und nun der Pol der magnetiſirten Nadel von der einen Seite zur andern über dieſen Draht hinweggehen wollte, dabei aber etwas anſtieſs, — der ganze Faden in eine ſchwingende Bewegung, dem Schlieſsungsdraht zu-

wärts und von ihm ab gerieth, bis die Nadel bei hinlänglicher Entfernung sich so bewegte, daſs der Draht sie nicht aufhalten konnte; und dabei vermied sie die ihr zugekehrte Seite des Drahtes, indeſs sie sich in der neuen Lage an der entgegengeſetzten Seite, zu der sie hinüber gegangen war, anhing.

Um bei dieſem Verſuche die Einwirkung der Schwere zu entfernen, überzog Hr. Boisgiraud die kleine magnetiſirte Nadel mit etwas Fett und legte sie auf die Oberfläche eines Waſſerbeckens. Sie ſchwamm auf ihr, und obgleich sie nicht bis zur Sättigung magnetiſirt war, drehte sie sich doch ziemlich ſchnell in den magnetiſchen Meridian zurück, wenn man sie aus demſelben entfernte. Näherte man ihren beiden Enden die beiden Schlieſsungsdrähte, so trat an ihren Enden Waſſerzerſetzung ein. Sie zeigte dieſelben Erſcheinungen von Ablenkung als die auf einem Stifte ſchwebende Magnetnadel, jedoch ohne merkliche Oscillationen. Ueberdem lieſs sich aber an ihr ſehr ſchön wahrnehmen, daſs wenn der Schlieſsungsdraht horizontal im magnetiſchen Meridiane gehalten wurde, und dicht über sie wegging, ihr Mittelpunkt beim Drehen unverrückt blieb; welches eine völlige Symmetrie der Wirkung zu beiden Seiten des Mittelpunkts der Nadel, und gleich groſse Kräfte vorausſetzt, welche in der Ebne der Waſſerfläche in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte auf die Nadel an beiden Seiten wirkten.

Folgendermaſsen bewegte sich diese Nadel in der Richtung des magnetiſchen Meridians *); wobei die

*) *Suivant le meridien magnetique.* Gilb.

Richtung des Schliefsungsdrahtes immer von der Zink-Seite des Apparates ab nach der Kupfer-Seite zu angegeben ist *). Die *Anzeige der Bewegungen* kömmt immer gleichmäfsig *beiden Polen* der Nadel zu, und sie lassen sich auf dem Wasser beliebig verlängern. Die Ausdrücke *Anziehung* oder *Abstofsung* zeigen an, dafs die Nadel sich dem Schliefsungsdraht nähert oder von demselben entfernt.

„Als der Schliefsungsdraht horizontal *über* der „Wasserfläche von Ost nach West ging, *Abstofsung*; „von West nach Ost *Anziehung*. Als er sich *unter* „der Wasserfläche befand, im ersten Fall *Anziehung*, „im zweiten *Abstofsung*." Ist der Schliefsungsdraht recht genau senkrecht auf der magnetischen Mittagsebene, so geht die Bewegung der Nadel in dem magnetischen Meridiane vor (*suivant le meridien magnetique*); ohnedem ist sie zugleich mit einer ablenkenden Bewegung (*mouvement de la déclinaison*) verbunden **). Befindet sich aber bei dieser Lage des

*) Das heifst also, die angegebene Richtung ist die, in der ihn der electrische Strom durchflofs, bezogen auf die magnetischen Weltgegenden. *Gilb.*

**) Hielt Hr. Boisgiraud den Schliefsungsdraht *über* oder *vor* dem *Nordpol* der Nadel horizontal und genau senkrecht auf die magnetische Mittagsebene, so wies das *Links* für einen den Draht von Ost nach West durchfliefsenden Strom genau nach *Süden*, bei entgegengesetzter Richtung des Fliefsens genau nach *Norden*; mufste also im ersten Fall die schwimmende, in diesen Richtungen ungehindert bewegliche Nadel sich vom Schliefsungsdrahte *entfernen*, im zweiten sich ihm *nähern*; und so zeigte es der Versuch. Dasselbe war der Fall, wenn der Schliefsungsdraht in gleicher Lage sich über oder vor dem

Schliefsungsdrahts der Punkt in der Mitte der Nadel lothrecht unter demfelben, fo bleibt die Nadel in Ruhe; und diefes Gleichgewicht ift feftbeftehend (*ftable*), wenn der Schliefsungsdraht in diefer Lage eine *Anziehung* auf die Pole der Nadel zu äufsern fcheint, dagegen veränderlich (*mobile*), wenn der Schliefsungsdraht eine folche Richtung hat, dafs er auf fie eine *Abftofsung* äufsert. Diefe merkwürdige Erfcheinung fcheint zu beweifen, dafs der Schliefsungsdraht nicht blos auf die Pole der Nadel wirkt *).

„Als der Schliefsungsdraht lothrecht *öftlich* von „der Nadel war, und der electrifche Strom ihn durchflofs „von oben nach unten, *Anziehung*; von unten nach oben, „*Abftofsung*. Als er *weftlich* von der Nadel war, im „erften Fall *Abftofsung*, im zweiten *Anziehung*.“ **)

Südpol der Nadel befand, weil diefer *Rechts* abgelenkt wird, wie eine Zeichnung fogleich nachweift. Auf diefe Weife find alfo diefe Verfuche des Verfaffers zu verftehen. *Gilb.*

*) Geht der electrifche Strom vom magnetifchen Weft nach Oft über den Mittelpunkt der Nadel fort, fo liegt links von demfelben Norden, rechts Süden, ftrebt er alfo den Nordpol nach Norden, den Südpol nach Süden fortzutreiben; eine Verrückung der Nadel etwas nach Norden macht dann fogleich die Summe der nach Norden fie treibenden Kräfte gröfser als die der nach Süden fie treibenden, und die Nadel mufs nach Norden weichen. Geht dagegen der Strom von Oft nach Weft, fo liegt links von demfelben Süden, rechts Norden, fcheinen alfo die Pole vom Drahte angezogen zu werden; und ift auch ein längeres Stück der Nadel nördlich als füdlich vom Drahte, fo bewirkt das nur ein Verfchieben, wobei der Mittelpunkt wieder unter den Draht kömmt, daher in diefem Fall diefe Lage der Nadel feft beftehend ift. — Unftreitig ift es diefer Verfuch, den Hr. Ampère bei dem, was er S. 161 fagt, im Sinne hatte. *G*

In gewiſſen Fällen folgen Anziehung und Abſtoſsung auf einander auf eine merkwürdige Weiſe. Man denke ſich den Schlieſsungsdraht *unter* der Waſſerfläche, [ſenkrecht auf der magnetiſche Mittagsebne], und durch die beiden Stellen an den entgegengeſetzten Seiten der Nadel, in welchen er die Oberfläche des Waſſers durchſchneidet zwei Parallel-Linien mit dem magnetiſchen Meridian gezogen. Es fand ſich nun jedesmal, daſs wenn die Nadel in der Abtheilung der Waſſerfläche zwiſchen dieſen beiden Parallelen von den Schlieſsungsdrähten angezogen wurde, ſie in den beiden Abtheilungen auſserhalb Abſtoſsung erlitt, und umgekehrt. Zwar ging die Nadel, wenn ſie in einer dieſer Abtheilungen abgeſtoſsen wurde, durch eine Bewegung, die zum Theil ein Ablenken (*une declinaiſon*) war, in die Abtheilung über, in welcher Anziehung Statt fand, mehr oder weniger langſam, je nachdem die Nadel entfernter war. War ſie aber einmal in die anziehende Abtheilung gekommen, ſo beſchleunigte ſich ihre Bewegung, bis ſich ihre Mitte dem Schlieſsungsdrahte gegenüber befand; dieſer Punkt der Mitte näherte ſich dann aber dieſem Drahte nur langſam, und häufig vermochte er nicht ihn zu erreichen, welches auf Haarröhrchen-Wirkung zu beruhen ſcheint.

Man erſieht aus dieſen letzten Verſuchen, daſs nur dann Gleichgewicht für eine Magnetnadel, die der

**) Auch hier iſt zu verſtehen, daſs ſich der lothrechte Draht neben den Polen der Nadel in den angegebenen Lagen befindet; die Nadel wird dann in dem magnetiſchen Meridian nördlich oder ſüdlich geſchoben, welches ſich aber doch kaum für ein Anziehen oder Abſtoſsen ausgeben läſst. *Gilb.*

Einwirkung des Schliefsungs-Drahtes ausgefetzt ist, Statt findet, wenn der Punkt in ihrer Mitte von allen Punkten in ihr dem Schliefsungsdrahte am nächsten ist.

Wurde die Nadel in einer Abtheilung des Waſsers zurückgestoſsen, und trat in eine anziehende Abtheilung ein, so schien es Hrn Boisgiraud häufig, daſs, je nachdem dieses mit dem Nord- oder mit dem Süd-Ende geschah, sie ein gröſseres Bestreben habe nach dem einen als nach dem andern Theile des Schlieſsungsdrahtes sich zu begeben; doch bestätigte sich das nicht immer. Dieſes Bestreben gewiſser Seiten der Nadel und des Schlieſsungsdrahtes sich vorzugsweiſe vor andern zu vereinigen, die vielmehr sich abzustoſsen scheinen, meint er, möge eine groſse Rolle in dieſen Erſcheinungen ſpielen. Auch ſchloſs er aus dieſen Verſuchen, daſs die mittlere Kraft aus den Kräften, welche dieſe Bewegungen bewirken, in einer auf die Richtung des Schlieſsungsdrahtes ſenkrechten Ebne zu wirken ſcheine; welches ſehr richtig iſt.

Eine dritte Art von Verſuchen, welche Herr Boisgiraud noch mit ſeinem magnetiſchen Stahldrahte anſtellte, gab zu verwickelte Erſcheinungen, als daſs er aus ihnen Folgerungen zu ziehen ſich getraute. Er hatte mittelſt zweier Wachskügelchen einen Faden Coconſeide an einem feſten Punkte befeſtigt, und an dem unteren Ende deſſelben einen kleinen magnetiſchen Stahldraht mit ſeinem einen Pole; der andere Pol deſſelben war mit etwas Seife beſchmiert, und hier klebte er daran einen Siegellackfaden oder ein Stückchen Silberdraht, ſo daſs ſie horizontal ſchwebten. Dieſer dem Coulomb'ſchen Electroſkope ähnliche Apparat ſollte

die Einwirkung des Schliessungsdrahtes auf die Seiten der Nadel nachweisen; und er zeigte dem Verf. in der That Wirkungen dieser Art, die er aber für täuschende und trügerische Erscheinung erklärt.

Ein Magnetstab den er in der Hand hielt, schien nämlich mit seinem Nordpol stets die nach Süden gewendete Seite der hängenden Nadel anzuziehen, und der Südpol dagegen die nach Norden zu gekehrte Seite, und er konnte eine halbe Umdrehung des horizontalen Siegellacks-Streifchens dadurch bewirken, dass er den Südpol des Magnetstabs der Südseite der hängenden Nadel, oder den Nordpol des Magnetstabs der Nordseite derselben näherte; ja selbst eine ganze Umdrehung, da die *angezogene* Seite (ist anders dieser ungenaue Ausdruck erlaubt) der Bewegung des Pols, der sie anzog, folgte. Auch zeigte sich ein Bestreben in der Nadel, die eine ihrer Seiten nach dem magnetischen Norden, die andere nach Süden zu drehen, denn wenn man sie aus dieser Lage brachte, so kam sie zu ihr nach mehreren Schwingungen zurück; wenn sie aber eine ganze Umdrehung gemacht hatte, blieb sie in dieser neuen Lage, da die Windungskraft des Seidenfadens ausnehmend gering ist.

Es könnte scheinen, sagt der Verfasser, diese Versuche bewiesen, dass die Nadel nicht blos in der Richtung ihrer Länge, sondern auch in einer Richtung nach der Quere magnetische Pole habe; allein es ist leicht sich zu überzeugen, dass diese letzteren Pole nicht vorhanden sind, und dass eine kaum sichtbare Krümmung der Nadel hinreicht, die beobachteten Erscheinungen zu bewirken. Ist es eine Krümmung in

Einer Ebene, ſo dreht der Erdmagnetismus dieſe Ebene in den magnetiſchen Meridian, mit der Höhlung nach demjenigen Pole der Erde zu, der den untern Pol der Nadel anzieht. Und ein Magnetſtab, der ſtärker auf ſie als die Erde wirkt, richtet dieſe Höhlung oder die convexe Seite nach ſich zu, je nachdem er den untern Pol der Nadel anzieht oder zurückſtöſst. Daſs es aber ſo gut als unmöglich iſt, einem von einer Rolle genommenen Draht, wie es der war, der zu des Verfaſſers Verſuchen gedient hatte, alle Krümmung vollkommen zu benehmen, fällt in die Augen; und der Verf. brauchte den Draht nur ſtärker, und nach einander nach verſchiedenen Seiten zu krümmen, um deutlich überzeugt zu werden, daſs die Dispoſition der Seiten der Nadel ſtets durch die Krümmung beſtimmt wird. Daſſelbe muſs alſo, ſchlieſst er, auch bei ſchwächerer, ja unſichtbarer Krümmung der Fall ſeyn, und eine nicht magnetiſche Nadel müſste ähnliche Erſcheinungen zeigen. Vielleicht, fügt er hinzu, laſſen ſich aus ſolchen Täuſchungen magnetiſche Erſcheinungen, welche von einigen Phyſikern angekündigt worden ſind, erklären.

III.

Betrachtungen über die Natur und die Ursachen des Nordlichts;

von Biot in Paris.

Frei bearbeitet, und mit einigen Anmerkungen, von Gilbert.

Zweite Hälfte.

---

6. Woher rührt die Materie des Nordlichts?

Die Erörterungen über die optischen und physikalischen Charaktere des Nordlichts haben uns in diesem Meteore wahre Wolken kennen gelehrt, die manchmal leuchten, so dünn sind, dass sie in dem Luftkreise in großsen Höhen geraume Zeit lang schweben können, und wenigstens zum Theil aus Materien bestehen, die der Einwirkung des Magnetismus empfänglich sind, indem sie sich von selbst in Säulen vertheilen, die in allen Gegenden, über welchen sie hängen, die mittlere Richtung der magnetischen Kräfte der Erde annehmen, und während sie durch den Scheitelpunkt ziehen, oder nicht weit von demselben entfernt sind, die Magnetnadel in unordentliche Bewegungen versetzen. Alles dieses ist reine Thatsache, unvermengt mit Hypothesen. Es ist nicht minder gewiss, dass das Nordlicht in den Gegenden nahe am Pole häufig erscheint, in andern Gegenden aber desto seltener, je weiter sie vom Pole entfernt sind; dass es in diesen auch an Lebhaftigkeit in eben dem Maasse abnimmt; und

dafs man über einen gewiffen Abftand vom Pole hinaus, zum Beifpiel aufserhalb des Polarkreifes, die Materie deffelben immer von Norden kommen und nach Süden fich fortbewegen fieht. Wir find hieraus berechtigt zu fchliefsen, dafs fich das Meteor nicht über allen Gegenden unmittelbar bildet, fondern dafs es über die füdlicheren Erdftriche von Norden her verfetzt wird. Die Geburtsftelle oder der Heerd deffelben läfst fich felbft noch genauer nachweifen, durch Beobachtung der Richtung, in der man das Meteor ftets und überall ankommen fieht. Denn es befindet fich der Mittelpunkt des Nordlichts an jedem Orte in derjenigen lothrechten Ebne, welche durch den Punkt des Horizontes geht, nach welchem die Magnetnadel hinweift. Zieht man nun aber auf einem Erdglobus Linien in den Richtungen, welche in den nördlichften Ländern, wie Kamtfchatka, Sibirien, Lappland, Spitzbergen, Island und den nordweftlichen Küften Amerikas die Magnetnadel (Abweichungsnadel) hat, wenn fie ruhig fteht, fo findet fich, dafs diefe Linien alle nach einem ziemlich befchränkten Raum hin laufen, der in Nordweft von Grönland und nur wenig nördlich von der Baffins-Bay liegt. Von dort aus müffen alfo die Materien, die das Nordlicht erzeugen, als von ihrem Mittelpunkte ausgehn; und es ift wichtig zu bemerken, dafs auch diefes eine aus der Erfahrung entnommene Bedingung ift, der jede Erklärung des Nordlichts nothwendig genügen mufs *).

*) Was diefe letztere Bedingung betrifft, fo mufs fie dahin verbeffert werden, dafs jene Linien nach *zwei* verfchiedenen Stellen zu laufen, von denen die eine in dem Eingange der Hud-

Aber durch welche Urſach kann wohl aus dieſem Theile der Erde magnetiſche Materie hervorgetrieben, vaporiſirt, und in der Atmoſphäre bis zu den Höhen erhoben werden, in welchen die Nordlichts-Wolken ſich befinden? Wir ſind hier von Beobachtungen verlaſſen; ein Gürtel ewigen Eiſes umgiebt die Werkſtatt, aus der das Meteor hervorgeht und macht ſie völlig unzugänglich; wir müſſen uns alſo mit wahrſcheinlichen Vermuthungen begnügen. Doch haben wir dabei wenigſtens den groſsen Vortheil, daſs wir es mit einfachen und genau beſtimmten Thatſachen zu thun haben, und daſs es blos darauf ankömmt unter den mechaniſchen Urſachen, welche die Natur uns darbietet, diejenige nachzuweiſen, welche nach Analogie von Ort und Wirkung am wahrſcheinlichſten dieſe Thatſachen hervorbringt; eine Lage, die offenbar ſehr verſchieden von der iſt, in die ſich diejenigen Phyſiker verſetzt hatten, von deren Erklärungen des Nordlichts ich im Anfange dieſes Auffatzes geſprochen habe. Denn ſie unternahmen es, nicht eine einzige und iſolirte Thatſache, ſondern ein ganzes Syſtem zuſammengeſetzter Thatſachen zu erklären, von denen ihnen die am mehrſten charakteriſtiſchen Einzelnheiten, und ſelbſt das Ganze (*l'enſemble*) noch unbekannt waren.

ſons-Bay, die andere in der Gegend von Nova Zemlja liegen. Vulkane giebt es in dieſen beiden Gegenden und in groſsen Entfernungen umher nicht, und hier möchte daher wieder eine ſchwache Seite von Hrn Biot's Erklärung ſeyn, von der ich eine andere ſchon in meiner Nachſchrift S. 41 nachgewieſen zu haben glaube. *Gilb.*

Unterſucht man die geologiſche Beſchaffenheit der Gegenden, welche den Heerd des Nordlichts, wie wir ihn hier beſtimmt haben, umgeben, ſo zeigt ſich, daſs ſie zu allen Zeiten ſchrecklichen Verheerungen von Vulkanen Preis gegeben waren und es noch ſind. (?) Noch jetzt thätige Vulkane brennen im Schoſse des Eiſes rings um dieſe Polar-Zone in den Aleutiſchen Inſeln, in Island, in Kamtſchatka. Wie oft hat nicht ganz Island erbebt, und iſt in ſeiner ganzen Maſſe erſchüttert worden! Lieſt man die Berichte, welche Augenzeugen dieſer groſsen Phänomene erſtattet haben, ſo erkennt man darin mit Erſtaunen eine Menge von Wirkungen, welche mit dem Nordlichte die gröſsten Analogien zu haben ſcheinen. Unaufhörliche electriſche Entladungen, groſse in die Luft anſteigende Garben von Feuer, brennende Kugeln, die, nachdem ſie zu ungeheuren Höhen angeſtiegen ſind, zerplatzen und ihre Bruchſtücke mit ſchrecklichen Exploſionen umher zerſtreuen, und vorzüglich Wolken vulkaniſchen Staubes, welche nicht blos das unglückliche Island umhüllen, ihm das Tageslicht entziehen, und in brennend heiſsem Regen darauf herabfallen, ſondern ſich noch viel weiter in der Atmoſphäre verbreiten, und mit Hagel und Ungewittern gemengt hunderte von Meilen von da auf den Schetländiſchen und den Orkadiſchen Inſeln herabfallen, auf eine ganz ähnliche Weiſe, wie vor 8 Jahren (am 30 April 1812) die Inſel Barbadoes von der Aſche des Vulkans auf St. Vincent bedeckt wurde *).

*) Hr. Biot hatte hierbei, wie er ſagt, das vor Augen, was die gelehrten Isländer *Olaſſen* und *Povelſen* in ihrer „Reiſe durch

So gewaltige Ausbrüche, welche aus Schlünden hervorkommen, die so tief sind, daſs sie unter der festen Erdrinde mit einander von einem Ende der Erdkugel bis zum andern in Verbindung zu stehen scheinen, müssen, bei einiger Dauer, über den Schlünden, aus denen sie hervorgehen, heftige Luftzüge und wahre aufsteigende Winde erzeugen, welche den vulkanischen Staub bis zu Höhen mit hinauf zu führen vermögen, die weit über die gewöhnlichen Wolken hinaus liegen. Die

Island, veranstaltet von der königl. Akademie der Wissenschaften zu Kopenhagen," (in den Jahren 1752 bis 1757), von dem fürchterlichen Ausbruche des *Katlegiaa* im J. 1755 erzählen, eines der mit ewigem Eise bedeckten Vulkane Islands, der nicht weit östlich vom Hekla liegt und ihm an Wuth nicht nachsteht. Statt dessen, was er davon nach der französischen Uebersetzung des Hrn Gauthier de la Peyronie anführt, setze ich hierher, was sich davon in der guten deutschen, zu Kopenhagen 1774 in zwei Quartbänden erschienenen Uebersetzung Th. 2 S. 74 findet, unter der Ueberschrift: „Reise nach den Wasser- und Feuer-speienden Eisbergen," von denen, sagen jene Reisenden, Island einige aufweisen kann, die wohl nicht ihres gleichen haben. Sie machten die Reise im J. 1756 um den Katlegiaa zu besteigen, denjenigen dieser Berge, der dem bewohnten Südlande am nächsten ist, zu dessen Krater sie aber, aller Bemühung ungeachtet, nicht hinauf zu gelangen vermochten. Am 17 October 1755 um 10 Uhr fühlte man in Myrdal, welches südlich vom Berge am, oder unweit des Meeres liegt, sehr geschwinde und unordentliche Erdstöſse, und darauf erhoben sich mit einem starken Knall aus dem Eisberge, aus 3 nahe bei einander befindlichen Oeffnungen, abwechselnd Feuer und Wasser mit furchtbarem Krachen. Das Feuer behielt die Oberhand und thaute das Eis, womit der Berg bedeckt war, in solcher Geschwin-

gröbsten Theile dieses Staubes fallen zuerst wieder herab, die feinsten aber, und vielleicht auch der sie begleitende Dunst, verweilen viel länger in der Luft, und können daher vom Winde bis zu ungeheuren Entfernungen über Meer und Länder hinweg getrieben werden. Die Reisenden, welche Island besucht haben, erwähnen eine Art trocknen Nebels, der dort die vulkanischen Ausbrüche begleitet; man sieht durch ihn die Sonne nur mit einem matten röthlichen Schein, und

digkeit auf, dass das ganze Land, in einer Beite von 4 Meilen, vom Katlegiaa südlich bis an die See mit einer Wasserfluth überströmt wurde, die eine unglaubliche Menge Eis in Stükken und Berg-ähnlichen Massen, worin Hausgrosse Felsen sassen, mit sich zur See herabriss. Als die dicke schwarze Rauchwolke zuerst aufstieg, fiel ein dichter Hagel von Bimssteinen bis zu 3 Pfund schwer, und grauen sehr harten Steinen, die alle glühend waren. Zuweilen wurden grosse helle Feuerkugeln hoch in die Luft geworfen, wo sie in unzählbare Stücke zersprangen und in den entferntesten Gegenden gesehen wurden. Auf den Steinhagel folgte ein wirklicher Hagel, der sich von dem gewöhnlichen darin unterschied, dass in jedem Hagelkorn etwas Sand oder Asche eingeschlossen war, welche damals die Luft in der Höhe erfüllten. Alles dieses geschah den ersten Tag. Die folgende Nacht zeigte der Berg ein eben so seltenes als schreckliches Feuerwerk. Nicht blos die Spitze des Bergs, sondern auch der ganze Himmel waren voll Feuer und Flammen, und besonders wenn die Blitzähnlichen Kugeln zersprangen, war es so hell als am Tage. Beständig stand über dem Berge eine Feuersäule, die in allerlei Gestalten und Farben erschien, und dabei hörte man stets ein Brausen und Krachen und häufiges Knallen, wie von dem gröbsten Geschütz. Die Luft war überdem mit einem unerträglichen Schwefelgeruch angefüllt, der nebst der feinen Asche in Nase und Mund drang und auf die Brust fiel. Den 18ten ward der

er besteht aus so äusserst feinen Theilen, dass er durch die kleinsten Ritzen dringt, und wie die Luft, und mit ihr, in die am sorgfältigsten verschlossenen Räume dringt. Dass er von schwefliger und metallischer Natur sey, leidet keinen Zweifel (?); denn er reizt schmerzhaft Augen, Mund und Nase der Thiere, die ihm ausgesetzt sind, und in dem, was sie aufhusten und ausspucken, erscheint er wie ein schwarzes Pulver. Hat ein solcher Dunst nicht alle physikalischen Eigenschaften, welche erfordert werden, damit er sich sehr weit in der Atmosphäre verbreite? und sollte er es nicht seyn, der den

Berg still, und ein dicker Nebel nebst Regen bedeckte ihn und die ganze Gegend. Die folgende Nacht entzündete sich das Feuerwerk wieder. Ein Nordwestwind machte am 19ten in Myrdal klares Wetter, so dass man die Rauchsäule voll rother Funken über dem Berge sah, die die folgende Nacht über alles erhellte; östlich von Myrdal blieb es dagegen Tag und Nacht über finster, und es regnete schwarzen Sand und Asche im ganzen östlichen Island; das Knallen war an diesem Tage oft so stark, dass man es 30 Meilen davon im südlichen Island hörte; und an demselben Tage fiel die Asche auf Faröe." [In der That, fügt Hr. Biot hinzu, flog die Asche damals noch viel weiter, als auf die Faröeschen Inseln, nämlich bis zu den Schetländschen und den Orkadischen Inseln, wie aus einem authentischen Documente in Arthur Edmonston's Beschreibung der Schetländischen Inseln Th. 2 S. 183, und aus dem förmlichen Zeugnisse des Dr. Barry in seiner Geschichte der Orkaden, deren Bewohner er war, hervorgeht.] — An einer andern Stelle führen die beiden Isländischen Reisenden noch an, am 18 Oct. 1755 sey über das ganze Isländische Nordland, bei nur schwachem östlichem Winde, ein ganz ungewöhnlicher röthlicher Staubnebel gefallen, den man im Gesicht und in den Augen verspürte, und über welchem heller Himmel war. *Gilb.*

Gesetzen des Erd-Magnetismus gehorchend und der Luft-Electricität in den nördlichen Gegenden zum Leiter dienend, die Erscheinungen hervorbringt, welche wir in dem Nordlichte wahrnehmen? Wenigstens scheint die ausnehmend weite Verbreitung desselben zu manchen Zeiten, eine Thatsache zu seyn, die kaum noch Zweifel zuläfst, da im J. 1783 ganz Europa mit einem Nebel bedeckt gewesen ist, der völlig dieselben Charaktere zeigte. Man hat sich damals durch entscheidende Versuche überzeugt, dafs er nicht aus nassem, sondern aus trocknem Dunst bestand; er hatte einen stinkenden und schwefligen Geruch; er reizte die Organe der Thiere, die ihm ausgesetzt waren; und man war überrascht zu bemerken, dafs ein sehr heftiger Nord-West-Wind, der auf das erste Erscheinen desselben folgte, statt ihn zu zerstreuen, ihn vielmehr dichter machte. Alle Nachrichten stimmen dahin überein, dafs er über ganz Europa und über dem Mittelländischen Meere verbreitet war, und Reisende fanden ihn auch auf den höchsten Gipfeln der Alpen. Auf dem Atlantischen Meere endigte er sich aber 100 Lieues von den Küsten, und in Amerika hat man von ihm nichts gesehen; ein Beweis, dafs er an der Axen-Umdrehung der Erde Theil nahm, und dafs er folglich lediglich ein irdisches Phänomen war *). Nun aber zeichnete sich das Jahr 1783

*) In dem *Journal de physique* 1784, Vol. 24, findet man viele Nachrichten über diesen sogenannten *Höhenrauch:* Prof. Toaldo, der ihn in Padua beobachtete, giebt in seinem Berichte (das. S. 3) wenig Genaues und bemerkt nur im Allgemeinen, dafs es ein trockner Nebel war, der nicht durch Verdünstung von der Erde aufstieg, sondern aus der Atmosphäre herab kam; wahrscheinlich sey er während der Erdbeben, die in demselben Jahre

durch fürchterliche vulkanische Ausbrüche aus, welche Kalabrien verheerten und das ganze feste Land Europas, von Island bis zum Aetna, beben machten. Nach einem authentischen Berichte, der in den Schriften der Pariser Akademie gedruckt ist, und aus dem ich die mehrsten hier angegebnen Besonderheiten genommen habe, erschien dieser dürre Nebel zuerst in den

Kalabrien und Sicilien verheerten, entstanden, und durch den Wind über Italien verbreitet worden; und der besondern Natur desselben seyen die vielen merkwürdigen Gewitter zuzuschreiben, die Statt fanden, während er herrschte. Er giebt darauf Beschreibungen des Phänomens, wie man es in Frankreich gesehen hat, und in diesen finden sich einige Angaben, welche beweisen, wie scharf und reizend der Nebel war. Er setzte zum Beispiel gegen Ende Juni's während der Nacht auf den Pflanzen eine dicke, klebrige Flüssigkeit ab, die einen stinkenden Geruch hatte, widrig schmeckte und sehr ätzend war. Dasselbe nahm der Graf Gioeni in Sicilien nach dem Ausbruche des Aetna im J. 1781 wahr (*Philos. transact.* for 1782. p. 1). — In demselben Bande des *Journal de physique* findet sich S. 404 ein Aufsatz Senebier's, der bei der bekannten Wahrheitsliebe dieses geschickten Beobachters von besonderem Werthe ist. Seine Angaben des Standes des Haar-Hygrometers mitten im Höhenrauch bewiesen offenbar, dafs er nicht feucht war; Saussure fand, versichert er, denselben Dunst bis auf die Gipfel der Alpen; und auch er macht auf die ungewöhnliche Menge von Gewittern aufmerksam, die während desselben eintraten. *Während seiner Herrschaft*, sagt er, *herrschten die Gewitter.* Er führt an, dafs man diesen Nebel den grofsen vulkanischen Ausbrüchen habe zuschreiben wollen, welche in diesem Jahr in Kalabrien, Sicilien und Island Statt gehabt haben, verwirft aber diese Meinung mehr jedoch nach hypothetischen Ansichten, die aus dem damals noch sehr unvollkommenen Zustande der Chemie hervorgingen, als zu Folge einer gründlichen Erörterung

füdlichen Provinzen Frankreichs am 17 Juni, und er dauerte dort ununterbrochen fort bis zum 22 Juli, als endlich mächtige Ungewitter (*orages*) ihn niederschlugen: aber gerade in den ersten Tagen desselben Monats Juni wüthete in Island der heftigste Ausbruch der Vulkane, dessen man sich zu erinnern weiss. Am 1 Juni fing die Erde an zu beben; am 8 Juni drangen

der Thatsachen. Die vollständigste und gründlichste Beschreibung, die mir von dem Höhenrauch des Jahres 1783 vorgekommen ist, findet sich am Ende der Schriften der Pariser Akademie der Wissenschaften auf das J. 1781. Hr. Mourgue de Montredon erzählt darin seine eigenen in der Provence angestellten Beobachtungen, verzeichnet, so zu sagen, den Gang des Meteors von den nördlichsten Gegenden Europas an, und schreibt ihn, dem zu Folge, den vulkanischen Ausbrüchen in Island zu, wobei er indess als möglich annimmt, dass die Ausbrüche in Sicilien und in Kalabrien zur Entstehung desselben in den südlichen Gegenden können beigetragen haben. Dass übrigens dieser Nebel auch in England bemerkt worden ist, welches Einige läugneten, beweist die sehr genaue Beschreibung desselben in einem Aufsatze Th. Backer's in den *Philos. transact.* for 1784. p. 283. Die berühmte Feuerkugel, welche Blagden eben daselbst p. 201 beschrieben hat, erschien am 18 August 1783, folglich *während der Dauer des trockenen Nebels, der Europa bedeckte.* **Biot.**

[Die vollständigsten Nachrichten von dem merkwürdigen Höhenrauch, welche sich in den Ephemeriden der Mannheimer meteorol. Gesellschaft vom J. 1783 finden, scheint Hr. Biot nicht gekannt zu haben. Einen belehrenden und aus andern Schriften noch vervollständigten Auszug aus denselben giebt Hr. Prof. Brandes in seinen Beiträgen zur Witterungskunde, Leipz. 1820 S. 172 f., wo auch Nachrichten von den Erdbränden, welche damals vom 1 Juni bis 16 August in Island wütheten, ausgezogen sind.] *Gilb.*

Rauchsäulen aus mehreren Bergen hervor; eine grosse Anzahl von Kratern, die von einander entfernt liegen, kamen zu einerlei Zeit zum Ausbruch und hüllten die ganze Gegend in dichte Nacht, welche nur von Zeit zu Zeit unter Donnern erscheinende Blitze, Feuerkugeln und Ströme brennender Lava erhellten. Da nun gerade nach diesem Zeitpunkte der dürre Nebel sich im nördlichen Europa zu zeigen anfing, und sich dann fortschreitend über die südlicheren Gegenden verbreitete, so ist es wenigstens wahrscheinlich, dass dieser Nebel aus den feinsten Theilchen des vulkanischen Staubes, oder, wenn man will, aus gasartigen Ausflüssen bestand, welche Nordwinde bis in unsere Gegenden versetzten, und die hier in geringerem Maasse alle Erscheinungen des Isländischen dürren Nebels hervorbrachten *).

Diesem Dunste würde also nur die Eigenschaft zu leuchten abgehen, um ihn mit allen Charakteren, die wir in den meteorischen Wolken des Nordlichts erkannt haben, ausgerüstet zu erblicken. Man hat aber in der That wahrgenommen, dass er in der Nacht einen sehr merklichen Schein verbreitete **); und damit

*) Ich finde diese Thatsachen in dem Artikel *Iceland* der Edinburger Encyclopädie, in welcher jeder solcher Artikel von Männern, die in Lagen gewesen sind, um sich genau unterrichten zu können, ausgearbeitet wird. Das genaue Zusammentreffen der Zeit dieser Ausbrüche und des Erscheinens des Höhenrauchs in Europa, den die nordwestlichen Winde dorthin führten, ist ein sehr merkwürdiger Umstand, der mir für diese Erörterung von vielem Gewichte zu seyn scheint. *Biot.* [Aber warum gab es damals keine Nordlichter? *Gilb.*]

**) Nach einem Briefe des Pfarrers zu St. Veran, Namens Roberjot, an Delamètherie in d. Journ. de phys. A. 1784. p. 399.

übereinstimmend haben Einige von den Physikern, welche die Eigenthümlichkeiten des Nordlichts zum Gegenstande ihrer Beobachtungen gemacht hatten, z. B. Mairan und Van Swinden, bemerkt, das dem Erscheinen des Nordlichts fast immer ein gewisses in der Luft verbreitetes Phosphorescciren vorangeht, das nahe am Horizonte besonders merklich ist.

Sollten nicht diese Aehnlichkeiten hinreichen es wahrscheinlich zu machen, daſs in der That die Materie des Nordlichts, welche phosphorescirend und magnetisch ist, und von den vulkanisirtesten Gegenden der Erde zu uns kömmt, nichts anders als eine Masse der feinsten Auswürfe der Vulkane im hohen Norden ist? Es würde dann begreiflich, wie ähnliche Heerde auch am Südpol dieses Meteor hervorbringen können, wo ebenfalls die magnetischen Kräfte im Mittel nach einer Richtung senkrecht auf die Oberfläche der Erde wirken, und wo die Luft wegen der Trockenheit, die sie in der Eiskälte hat, ebenfalls ein schlechter Leiter für die Electricität ist; es würde ferner begreiflich, wie das Nordlicht an Oertern auf unserer nördlichen Halbkugel manchmal auch am Südhimmel, und nicht immer nur an dem nördlichen Himmel erscheinen kann, indem die electrische Erleuchtung der Wolken, aus denen es besteht, local und zufällig ist; endlich würde man begreifen, warum man keine regelmäſsige Periode in den Erscheinungen desselben gewahr wird. Doch ich wiederhole es, diese letzten Ideen sind bloſse Inductionen, welche durch die Erfahrung erst beglaubigt werden müssen. Um dieses aber zu thun, muſs man entweder die

Erscheinungen, die das Nordlicht zeigt, oft und häufig untersuchen, oder sich bemühen, die Materie aufzufangen, aus der es besteht, indem man zu den Zeiten, wenn es niedrig steht, papierne Drachen aufsteigen läſst, oder sich in Luftbällen zu demselben erhebt. Habe ich mich jedoch nicht in der physikalischen Analyse, die ich von diesem Phänomen gegeben habe, geirrt, so ist hinfüro von Beobachtungen, welche sich in unsern südlichen Gegenden über die Eigenthümlichkeiten desselben anstellen lassen, nur wenig Aufschluſs zu erwarten. Man muſs sich zur Quelle desselben unweit des Pols verfügen, um es genauer zu studiren. Ein einziger in Island, in Spitzbergen, oder im Innern der Baffins - Bay hingebrachter Winter würde uns wahrscheinlich das enthüllen, was uns in dieser Hinsicht kennen zu lernen nöthig ist, und uns zugleich Aufschlüsse über mehrere der wichtigsten noch nicht beantworteten Fragen geben, welche sich über die physikalische Beschaffenheit des Erdkörpers aufwerfen lassen. Glücklich, wem noch jugendliche Kraft erlaubt, eine so gefährliche Unternehmung zu wagen! Nichts erfüllt die Seele mit einem edlern und lebhaftern Gefühl, als die Betrachtung der groſsen Phänomene der Natur, wenn sie unsern Blicken enthüllt, was sie bisher den Augen anderer noch nicht hatte sehen lassen *).

*) Von einem noch jenseits (westlich) der Baffins - Bay in dem Polarmeere hingebrachten Winter, wird so eben in London der umständliche Bericht des jetzt zum Schiffskapitain erhobenen Lieutenant Parry gedruckt ausgegeben. Mit seinen beiden, zum Aufsuchen der Nordwestlichen Durchfahrt ausgeschickten

Schiffen, wurde er dort schon in der Mitte Septembers 1819 vom Froste überrascht, und brachte in einem kleinen Hafen der gröfsten der Insel-Gruppe Neu-Georgia, zu dem er sich durch 5 Zoll dickes Eis den Weg bahnen mufste, bis in den eilften Monat in 74° 47′ Breite und 110° 47′ westl. Länge von Greenwich zu, (also 5° nördlich von der Mündung des von Hearne entdeckten Kupferminen-Flusses, und nur noch gegen 55 Längengrade oder 17 Breitengrade östlich von dem Meridian der Berings-Strafse), umgeben von 30 Fufs dickem Eise, in einer 56 Tage lang dauernden Nacht, in welcher selbst grofs gedruckte Buchstaben nicht zu erkennen waren, und bei einer Kälte, die, als sie am gröfsten war (im Januar) — 52° F. (— 45° R.) betrug. Die Nordlichter scheinen indefs dort etwas besonders Auffallendes nicht gezeigt zu haben, da in den vorläufig bekannt gewordenen Nachrichten nichts weiter von ihnen gesagt wird, als dafs sie den Reisenden in Süden blieben, als sie sich, in 100° westl. Länge von Greenwich, wo die Neigung der Nadel 86° betrug, 40 Meilen nördlich von dem *magnetischen Pole* glaubten, obschon die Abweichung nur auf 79° gestiegen seyn soll. — Dafs Hr. Biot kein Wort darüber sagt, warum der Höhenrauch im J. 1783 sich nirgends in Nordlichts-Säulen geordnet und ein Nordlicht dargestellt habe, wie es doch hätte geschehen müssen, wenn er wirklich die Materie des Nordlichts, und folglich dem Magnetismus unterworfen gewesen wäre, darin glaube ich ein Bekenntnifs zu sehen, dafs dieser scharfsinniger Physiker selbst seine Hypothese nicht für ausreichend hält, sondern sie als Mittel zu etwas Richtigerem zu gelangen betrachtet. Dafs die neuen Entdeckungen über die electrische Natur des Magnets von wesentlichem Einflusse auf die Theorie des Nordlichts seyn müssen, fällt in die Augen.

Gilbert.

IV.

Verdunkelung der Luft in Nordamerika, und schwarzer Regen zu Montreal in Canada, am 23. Nov. 1819.

Aus den Amerikanischen Zeitungen.

Das dunkle und trübe Wetter, welches wir vor einiger Zeit in dieser Stadt hatten, ist über die gesammten vereinigten Staaten Nordamerikas, und über die benachbarten Provinzen verbreitet gewesen. In der Provinz *Maine* (der nördlichsten) war die Finsterniss zu Zeiten sehr groß, und während derselben hörte man gelegentlich Donnerschläge und sah sehr helle Blitze; das Aussehen des Himmels war so furchtbar, daſs die mehrsten in Schrecken und in Besorgniſs geriethen. Auch in *Montreal* war die Dunkelheit sehr stark, besonders an diesem Sonntag Morgen; die ganze Luft schien mit einem Dunst von schmuziger Orangefarbe angefüllt zu seyn, und es fiel während dessen ein Regen, der schwarz wie Tinte aussah, und offenbar mit einer schwarzem Ruſs ähnlichen Materie geschwängert war (*impregnated*). Unter mancherlei Vermuthungen, die man machte, war auch die, daſs ein Vulkan in einer entfernten Gegend ausgebrochen sey. Es wurde darauf schönes Wetter, und dieses dauerte, bis am nächsten Dienstag um 12 Uhr ein schwerer, nebelartiger Dunst die ganze Stadt so dicht umhüllte, daſs man in allen Häusern und in den Läden Licht anzünden muſste; ein Furcht und Schrecken erregendes Schauspiel. Etwas vor 3 Uhr fühlte man einen schwachen Stoſs eines Erdbebens, der von einem Getöse wie entferntes Artillerie-Feuer begleitet war; und nun erreg-

te die erstaunliche Dunkelheit des Dunstes allgemeine Aufmerksamkeit. Als sie etwa 20 Minuten nach 3 Uhr am allerstärksten zu seyn schien, wurde plötzlich die ganze Stadt von dem hellsten Blitzstrahl erleuchtet, den man je zu Montreal gesehen hat, und unmittelbar darauf folgte ein fürchterlicher Donnerschlag, der so stark und nah war, dass er die festesten Gebäude bis auf den Grund erschütterte; auf ihn folgten mehrere Donnerschläge und diese waren von einem heftigen Regenguss begleitet, welcher dieselbe schwarze Farbe als der vorige hatte *). Nach 4 Uhr wurde es heller am Himmel und die Furcht fing an zu schwinden; bald darauf entdeckte man Feuer in dem Thurme der französischen Kirche in der Notre-Dame Strasse; die Flammen schlugen oben zur Spitze heraus, und diese sah durch den Nebel wie ein Leuchtthurm aus, den man auf der See aus der Ferne sieht. Es gelang erst zwischen 8 und 9 Uhr das Feuer nach großer Anstrengung zu löschen, nachdem um 8 Uhr das eiserne Kreuz unter fürchterlichem Krachen herabgestürzt und in mehrere Stücke zersprungen war.

*) Hr. Biot beruft sich am Ende seiner Abhandlung über das Nordlicht auf dieses Meteor, das er erst nach Vollendung derselben kennen lernte, als auf ein solches, das sowohl durch seine Aehnlichkeit mit den Staubnebeln Islands und dem Höhenrauch von 1783, als durch seine Eigenthümlichkeiten, die Ideen über die Materie des Nordlichts, auf welche ihn diese Aehnlichkeit geführt habe, auf eine auffallende Weise bestätige. Herr Dr. Chladni war geneigt diesen verdunkelnden schwarzen Dunst für eine cosmische Staubmasse zu halten, auf welche die Erde bei ihrem Lauf um die Sonne gestoßen sey, welche Meinung er auch von dem Höhenrauche gefasst hatte. Die Erdstöße, und die Blitze und Donner, scheinen eher für Hrn Biot's Meinung zu sprechen; aber warum zeigten sich auch hier keine Vertheilung des schwarzen Dunstes in Säulen und kein electrisches Flammenlicht, wenn dieser dunstartige Staub wirklich die Materie des Nordlichts wäre. *Gilb.*

V.

Ein Nordlicht gesehen zu Glasgow am 19 Sept. 1817

von Ch. Dupin, Mitgl. d. franz. Inst.

(Aus einem Briefe an Hrn Arago. *)

Glasgow in Schotland d. 20 Sept. 1817.

Gestern, etwas vor 9 Uhr Abends, besuchte ich die neue Glasgow'er Sternwarte, welche auf einem Hügel nordwestlich vor der Stadt erbaut ist. Dr. Ure führte mich dahin, dessen Eifer und Thätigkeit die Sternwarte ihr Entstehen durch freiwillige Unterzeichnung vorzüglich zu verdanken hat. Sie ist mit vielen und schönen Instrumenten ausgerüstet.

Der Abend war schön; Mond und Sterne glänzten ziemlich lebhaft, und als wir auf der Sternwarte ankamen, zeigte sich hier und da am nördlichen Himmel ein weisslicher Schein. Er wurde allmählig immer weniger ungewiss, und erschien bald bestimmt als Nordlicht. Wir stiegen nun auf die obere Terrasse der Sternwarte, um mit einem Blick alle leuchtende Stellen zu übersehen. Es war das erste Mal, dass ich die-

*) Abgedruckt in den *Annal. de chim. et de phys.* t. 6. Ich setze diese Beschreibung als eine der neuesten eines Nordlichts, und als von einem an das genaue Bemerken gewöhnten Gelehrten, hierher, damit der Leser das Vergnügen haben möge, Herrn Biot's Hypothese an ihr, während er sie noch frisch im Gedächtnisse hat, zu prüfen. *Gilb.*

ſes erhabene Schauſpiel genoſs, das mich mit unausſprechlichem Erſtaunen und Ergötzen erfüllte, und ich bin ſo glücklich geweſen eine der ſchönſten Erſcheinungen, die in dieſen Gegenden wahrzunehmen iſt, zu ſehen.

Das Licht war über einen Raum nach Norden hin verbreitet, den ein Vertikalkreis begränzte, deſſen Ebene beinahe ſenkrecht auf die Richtung der Magnetnadel war. Das Zenith war die am mindeſten lichte Stelle und ſchien ein Mittelpunkt zu ſeyn, von wo aus die Strahlenbündel (*faisceaux*) ſich entwickelten, indem ſie immer glänzender wurden, je mehr ſie ſich dem Horizonte näherten; doch kamen ſie nie bis zu ihm herab, ſondern endigten ſich unregelmäſsig in einer Höhe von 15 bis 20°, indem ſie einen eckigen Umfang bildeten, nach Art der Glorien, womit die Mahler und Bildhauer den Thron der Gottheit zu umgeben pflegen *).

Am merkwürdigſten war mir das Spiel der Strahlen und die Wellenbewegung in ihrem Lichte. Dieſe Strahlen waren in breiten Gruppen gebildet, die ſich bald einander näherten, bald von einander entfernten; ſich manchmal in Maſſe zu erheben, manchmal wie

*) *en préſentant un contour angaleux, comme ces gloires* ... Hrn Dupin ſcheint das Nordlicht eine ganz fremde Erſcheinung auch in ſo fern geweſen zu ſeyn, daſs er vermuthlich noch keine Beſchreibung eines ziemlich vollſtändigen Nordlichts geleſen hatte; daher die ganz eigene und auffallende Art, wie er das Geſehene beſchreibt. Sein *Contour anguleux* war wahrſcheinlich der den Horizont durchſchneidende Lichtbogen, der bis zu einer Höhe von 20 Grad aufſtieg; die Strahlen gingen wahrſcheinlich nicht vom Zenith aus nach dem-

ein Regen von Licht herabzukommen schienen. Unabhängig von diesen allgemeinen Bewegungen gab es in jedem Strahlen-Bündel eine Bewegung zur Seite (*un mouvement latéral*), welche man durch die größere oder geringere Intensität der parallelen Strahlen erkannte; man sah daher die mehr oder minder leuchtenden Theile parallel fortschreiten, wie regelmäßige Wellen. Noch merkwürdiger war es, daß sich oft in demselben Strahlenbündel zwei Wellenbewegungen in entgegengesetzten Richtungen zeigten, so daß die Nüanzen von Schatten und von Licht regelmäßig in entgegengesetzten Richtungen übereinander fortgingen, ohne sich zu vermischen, so wie das zwei Wellenbewegungen auf der Oberfläche einer Flüssigkeit in dem Augenblicke thun können, in welchem die Oberflächen entgegengesetzter Wellen auf einander treffen.

Das Licht war im Ganzen silberweiß, oder ein wenig orangefarben; doch zeigten sich an den unteren Enden der Strahlenbündel einige prismatische Farben, wie roth, gelb und blau; ein schwaches Grün nur ein einziges Mal.

selben, sondern umgekehrt von diesem Bogen nach dem *Zenith* zu, ohne es zu erreichen. Den eckigen, vielleicht unterbrochenen oder Stellenweise mehrfachen Bogen würde er dann auch wahrscheinlich nicht mit einer Glorie verglichen haben, da man mit diesem Ausdruck die Lichterscheinung zu bezeichnen pflegt, die da, wo die Neigungs-Nadel verlängert den Himmel durchschneidet, von den sich durchkreuzenden Flammen des Nordlichts, wenn sie über das *Zenith* hinaus gehen, den Heiligenscheinen ähnlich, gebildet zu werden pflegt. *Gilb.*

Während der ersten 20 Minuten waren die Erscheinungen des Nordlichts nur schwach; während der folgenden 25 Minuten aber glänzend und beständig wechselnd, und alsdann verschwand das Licht durch unmerkliches Abnehmen. Zuerst hörte das Schiessen der Strahlenbündel (*la projection des faisceaux*) und ihre Bewegung nach der Seite auf; dann verlöschte die geradlinige Gestalt der Strahlen, und es blieb am Himmel nichts als ein blasser Schein, dem der Milchstrasse ähnlich, der unten von einem grossen nach der Erde zu hohlen Kreisbogen begränzt würde. Und auch dieses Licht hörte auf sichtbar zu seyn, ungefähr 1 Stunde nachdem es am glänzendsten gewesen war.

Der Himmel schien nicht durchsichtig genug zu seyn, dass man annehmen könnte, er sey ohne allem Dunst gewesen, aber Wolken sah man nicht: eine einzige, ziemlich kleine, die sich in der Himmelshälfte befand, welche das Nordlicht einnahm, schien eine Art von Klippe zu seyn, an der die Lichtbündel stehen blieben und deren Ränder sie blos etwas auszackten (?). Man sah die Sterne deutlich in den Zwischenräumen zwischen den Strahlen, selbst in den Zeitpunkten, wenn diese am lebhaftesten waren; aber unter den Bündeln bis zum Horizonte war der Himmel schwärzlich und hier sah man die Sterne nur mit Schwierigkeit.

VI.

Das Schwungrad am Berghaſpel betreffend,

von dem

Berg-Commiſſions-Rath von Busse in Freiberg.

1. Da ein Haſpelknecht, wenn er die Kurbel umdreht, längs *einiger* Bogen weit vortheilhafter als in dem andern zu drucken vermag, ſo iſt es ſchon deshalb rathſam, daſs er ſeine Anſtrengung an den unbequemen Stellen nicht vergeude, ſondern für die vortheilhaftern auffpare. Da es ferner die Erfahrung lehrt, wie ſie mir zuvörderſt bei den Druckbäumen der Brandſpritzen ſich aufgedrungen hat, daſs es für die Kraftanwendung unſerer Muskeln ungemein zuträglich iſt, wenn Anſtrengung und Ausruhen oft ſich wechſeln: ſo iſt es auch in dieſer Hinſicht zu wünſchen, daſs man dem Haſpelknechte die Lehre geben könne, *er ſolle nur in ſolchen Bogen des Arbeitskreiſes, wo es ihm bequem fällt, mit vollem Ernſte aufdrücken, in den übrigen Bogen weniger zu wirken ſuchen, auch in einigen ſeine Hände ohne allen Druck die Spille verfolgen laſſen.*

2. Dieſer Rath aber findet insbeſondere bei dem einmänniſchen Haſpel nicht Statt, wenn er nicht mit einem Schwungrade verſehen iſt; weil das Trägheitsmoment ſeines Rundbaumes und ſeiner Kurbel, *ſammt*

dem Trägheitsmomente seines *leeren* und *vollen Kübels mit dem Seile*, nicht vermögen würde, die Bewegung mit hinreichender Geschwindigkeit fortzusetzen, wenn der Arbeiter auch nur einige Zeit hindurch völlig nachlassen wollte.

3. Denn wenn so eben, da der Arbeiter zu drükken aufhört, die Geschwindigkeit im Kraftpunkte $= c$ ist, würde nach t Secunden die Geschwindigkeit desselben nur noch $v = c - 2g \frac{L+H}{M} . t$ seyn, wenn g das Beschleunigungsmaſs der constanten Schwerkraft, $= 17,377$ Leipziger Fuſs, und L nebst H die Drukkungen bedeutet, welche Last nebst Bewegungs-Hinderniſs der Bewegung des Kraftpunktes entgegen setzen, M aber das Gewicht der sämmtlichen bewegten Massen, vermittelst ihrer Trägheitsmomente ebenfalls auf den Kraftpunkt reducirt. Weil nämlich die Bewegungs-Hindernisse, Widerstand der Friction und der Seilesbiegung, mit Recht als constant, von der Geschwindigkeit unabhängig, betrachtet werden, auch für L nur der volle weniger dem leerem Kübel angerechnet, und die etwas veränderliche, aber unbeträchtliche Seileslastung unbeachtet gelassen wird, damit das ganze $L+H$ constant bleibe, M aber hier (das Trägheitsmoment der menschlichen Arme beseitigt) auch constant bleibt: so hat man nicht nöthig, zuvörderst die Differenzial-Gleichung zwischen dv und dt anzustellen, sondern es kann in dieser Hinsicht die Aufgabe elementarisch behandelt werden. Eben deshalb ist es auch ohne Differenzial- und Integral-Rechnung schon klar, daſs

$$s = ct - g\,\frac{L+H}{M}\,tt$$

seyn muss, wenn s die während t Secunden durchlaufene Bogenlänge des Kraftpunktes bedeutet, ohne während dieser Zeit irgend einen neuen Kraftdruck empfangen zu haben.

4. Der Hr. Rath Magold in seinem Lehrbuche Bd. 5, und Hr. Prof. Hecht in diesen *Annalen* 1820 St. 4 nehmen nun an, dass man ein gehöriges Schwungrad angebracht habe, wenn man dadurch das Trägheitsmoment der Maschine dergestalt vergrössert hat, dass (a den Halbmesser des Kraftkreises bedeutend) $s = N\pi\,2a$ mit $v = o$ geworden sey, also der Kraftpunkt wegen Trägheit der Massen ohne neue Kraft noch N Umläufe vollenden würde, wobei dann der Erstere nur $N = \frac{1}{2}$, der Andere dagegen $N = \frac{8}{10}$ verlangt.

Wenn ich diese Forderung für zwecktreffend hielte, so würde ich die Rechnung um ein ziemliches kürzer und einleuchtender, als es dort geschehen ist, auf folgende Weise abthun.

5. Vermittelst des Schwungringes werde M um X vermehrt, und der Schwungring so eingerichtet gefordert, dass man die durch ihn vermehrte Zapfenfriction, vorläufig wenigstens, nicht mit anzurechnen habe. So hat man (v' und s' das durch den Schwungring vergrösserte v und s bedeutend),

$$v' = c - 2g\,\frac{L+H}{M+X} \text{ und } s' = ct - g\,\frac{L+H}{M+X}\,tt.$$

Da nun für $v' = o$ sich $t = \frac{c}{2g} \cdot \frac{M+X}{L+H}$ ergiebt,

und dann $s' = N\pi\, 2a$ seyn soll: so muss

$$X = \frac{N\pi\, 2a\, 4g}{cc}\,(L+H) - M \text{ gemacht werden.}$$

6. Es sey nun $2a = 3$ Fuss und $N = \frac{9}{16}$, auch ebenfalls mit Herrn Prof. Hecht dessen p (also mein $L+H$) = 29 Pfund, und es werde auch dessen v (mein c) = 3,9 Fuss gegeben (obgleich dieses für einen bewaffneten Haspel eine auch im vortheilhaftesten Kraftacte schwerlich zu erreichende Geschwindigkeit ist): so hat man

$$M + X = \frac{9 \cdot 3{,}14 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 17{,}377}{16 \cdot 3{,}9 \cdot 3{,}9}\,29 = \frac{3{,}14 \cdot 3 \cdot 17{,}377}{4 \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}3}\,29$$

$$= \frac{3{,}14 \cdot 17{,}377}{6{,}67}\,87 = 702{,}6 \text{ Pfd.}$$

Um M zu finden, nehme ich mit Herrn Hecht:

1) des Rundbaumes Trägheitsmoment $= \frac{80}{2} \cdot \frac{1 \cdot 1}{3 \cdot 3} = 4{,}44$

2) des Haspelhornes Trägheitsmoment (obgleich etwas zu groß) $= 22{,}50$

überdieß aber auch 3) das Trägheitsmoment des Seiles = 5 Pfd., sammt seines leeren und vollen Kübels (40 + 140) Pfd., also $185 \cdot 0{,}386^2$ *) $= 28{,}86$

Ueberhaupt $= 55{,}80$

Also das den sämmtlichen bewegten Massen im Kraftpunkte gleichgiltige $M = \frac{55{,}8 \cdot 2 \cdot 2}{3 \cdot 3} = 24{,}8$ Pfd., und demnach $X = 702{,}6 - 24{,}8 = 678$.

Das Trägheits-Moment dieser Masse wäre also $678 \cdot \frac{9}{4} = 1525$. Das Schwungrad des Herrn Prof. Hecht,

*) Gerade dieser beträchtlichste Theil des Trägheits-Momentes ist von Hrn Prof. Hecht vergessen worden.

scheint mir, seine eignen Berechnungen mit benutzt, nur 1294, also um 231 zu wenig Moment zu gewähren, *obgleich von Ihm das Trägheits-Moment der Kübel, sammt Seil und Förderungs-Masse gar nicht beachtet ist.*

7. In den Annalen a. a. O. S. 417, und eben so in Magold's mathemat. Lehrbuche Theil 5. S. 468 heifst es, dafs man die dicken Schwungringe wegen des Widerstandes der Luft vermeiden müsse. Aber der solide Ring selbst hat ja, da er den Raum, welchen er durchschwingt, immerfort durchaus ausfüllt, gerade gar keinen Widerstand von der Luft zu leiden; und gegen seine Arme ist dieser so unbeträchtlich, dafs er der Erwähnung nicht verdient, obgleich in einem etwanigen allgemeineren Lehrvortrage, wegen anderer sehr grofsen oder sehr schnell umlaufenden Schwungmassen allerdings auch an jenen Widerstand mufs erinnert werden."

An dem einmännischen Berghaspel würde ein Schwungring von Holz so dick und so breit ausfallen, dafs er dadurch gar zu vielen Raum einnähme, auch wenn man ihm 6 Fufs im Durchmesser geben wollte, welches selten einen schicklichen Platz finden würde.

Die wesentliche Ursach aber, weshalb die ganze obige Rechnung für die Anwendung wenig nützen kann, ist darin zu suchen, dafs es nicht blos darauf ankommt, wie viel Bogen das Haspelhorn vermöge der Trägheit durchlaufen würde, bis der Arbeiter aufs neue drücken soll, sondern welche Geschwindigkeit dann das Horn noch an sich habe!

Man nehme wie vorhin die beiden Gleichungen;

$v' = c - 2g \frac{L+H}{M+X} t$ und $s' = ct - g \frac{L+H}{M+X} tt$

vor Augen, und verlange vorläufig, daſs $v' = \frac{c}{2}$ seyn solle am Ende der $t$ten Secunde, während welcher der Bogen $s' = N\pi . 2a = 3 . \pi N$ Fuſs durchlaufen ist: so hat man $\frac{c}{2} = c - 2g \frac{L+H}{M+X} t$, also

$t = \frac{c}{4g} \cdot \frac{M+X}{L+H}$; demnach $3\pi N = \frac{3 . cc}{4 . 4g} \cdot \frac{M+X}{L+H}$,

also $X = \pi N . \frac{4 . 4g}{cc} (L+H) - M$

Es werde nun, ebenfalls nur nach leichtem, ungefähren Ueberschlage, $L + H = 29$ und $M = 25$ Pfd. gefunden; die Geschwindigkeit c aber werde immerhin noch hoch genug, um als $c = 3{,}5$ Fuſs, und N, noch groſs genug, $= \frac{1}{4}$ angesetzt, indem doch selbst der einmännische Haspel durch mehr als etwa 90 Grad ohne neuen Kraftdruck nicht wird umzulaufen haben: so hat man ungefähr $X = 3 . \frac{4 . 17{,}377 .}{3{,}5 . 3{,}5} . 29 - 25 = 517 - 25 = 492$.

Sollte und könnte nun die Masse im Schwungringe dergestalt angebracht werden, daſs sie sämmtlich um 1,5 Fuſs, wie der Kraftpunkt, von der Drehaxe entfernt wäre, so müſste der Ring wirklich 492 Pfd. wiegen, würde also etwa $\frac{1}{4} . 492 = 123$ Pfd. *Frictionswiderstand* am Zapfen verursachen, und dafür im Kraftpunkte den Kraftaufwand $123 . \frac{0{,}5''}{18''}$, ungefähr $3\frac{1}{2}$ Pfd, erfordern, welches mehr als den 9ten Theil von der sämmtlichen Kraft des Haspelknechtes ausmachen würde!

Aus *diesem Grunde* ist man genöthiget, dem Schwungringe eine grössere Entfernung von der Axe zu geben. Wenn sein kleiner Halbmesser $= r$, sein grösserer $= R$ heisst, so ist bekanntlich $\sqrt{(r^2 + R^2)}$ der mittlere Halbmesser für sein Trägheitsmoment. Wäre nun dieser $= 2$ Fuss, so brauchte er nur noch $492 \cdot \frac{3 \cdot 3}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2} = 492 \cdot \frac{9}{16}$, also etwa halb so viel Masse als vorhin zu haben, und so würde auch seine Friction um die Hälfte vermindert werden.

Man denke sich nunmehr ein hölzernes Gestellrad angebracht, dessen äusserer Umfang um 2 Fuss von der Axe entfernt und breit genug sey, um mit Rollblei $\frac{1}{3}$ Fuss breit umlegt zu werden. Da der Kubikfuss Blei ungefähr 555 Pfd. wiegt, so wird dieses Blei, x Fuss dick aufgelegt, noch über $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 4x \cdot 555$, also über $4 \cdot 555 \cdot x$ Pfd. wiegen.

Noch mehr wird dessen Trägheitsmoment über $4 \cdot 555 \cdot x \cdot 2 \cdot 2$ hinausgehen, also die im Kraftpunkt ihm gleichgültige Masse mehr als $4 \cdot 555 \cdot x \cdot \frac{2 \cdot 2 \cdot 4}{9}$ Pfd. betragen. Soll nun dieses (indem wir von den obigen 492 Pfund etwa 42 Pfund für das hölzerne Gestellrad abrechnen) noch $= 450$ Pfund seyn, so muss $x = \frac{9 \cdot 492}{4 \cdot 555 \cdot 4 \cdot 4}$ Fuss, das ist etwa $1\frac{1}{3}$ Zoll, seyn.

Durch solch eine leichte, ungefähre Berechnung sind wir gewiss, für einen einmännischen Haspel ein *schickliches Gestellrad* für den Schwungring vorgerichtet zu haben, wenn sein Kranz 4 Fuss im grössten Durchmesser, und so viel Breite hat, dass man ihn mit 4 Zoll breitem Rollblei umlegen kann; indem eben

diese Rechnung zugleich angiebt, dafs etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Bleidicke hinreichend sey, um das Haspelhorn etwa 90 Grad hindurch dergestalt fortzutreiben, dafs dessen anfängliche Geschwindigkeit $c = 3,5$ Fufs während dieses Fortlaufens höchstens bis auf $\frac{c}{2} = \frac{3,5}{2}$ Fufs verringert werde, und es *übrigens durch Versuche auszumitteln* ist, *ob die Arbeit etwa noch besser fördere, wenn man noch etwas mehr Blei aufgelegt hat!*

Ich behaupte, dafs dieses durch Versuche auszumitteln sey. Denn selbst auch wenn man lauter Arbeiter von einerlei Kraft und Körperbau anzustellen hätte, so würde man ihnen doch nicht ganz zu sagen wissen, in welchen Punkten des Umlaufes sie zu drükken anfangen und aufhören sollen, und noch weniger wird man die vortheilhafteste Gröfse des Geschwindigkeits-Wechsels zu bestimmen wissen. Denn einem, der etwas schwerfällige Arme hat, wird es erwünscht seyn, dafs er in ihrer Geschwindigkeit nicht viel zu ändern habe. Ein anderer wird es gern haben, dafs er nach ziemlich verminderter Geschwindigkeit etwas plötzlicher einzuwirken habe. An der Zeit, wird man sagen, geht desto weniger vorloren, je weniger die Geschwindigkeit wechselt! Aber das kann ja nur von derjenigen Zeit gelten, in welcher die Umlaufszeit beharrlich ist. Der einmännische Haspel fördert durch so unbeträchtliche Höhen, dafs seine *Beschleunigung im Umfange* und seine *Verzögerung am Ende* des Aufwindens, zwei beträchtliche Theile der ganzen Aufwindungszeit ausmachen, und *dadurch Zeitverlust* verursachen würden, wenn man dem Schwungringe

ein sehr betrachtliches Trägheits-Moment verschaffen wollte. Ueberdiess aber muss man mit dem Trägheitsmomente lieber zu wenig als zu viel thun; damit der Arbeiter nicht gar zu viel von seiner Herrschaft über dem Haspel verliere, falls es durch diesen und jenen Vorfall rathsam wird, ihn eiligst in Ruhe zu bringen.

Polhem's Meinungen vom Schwungrade, nach welchen die Länge eines gewissen Schwingungs-Halbmessers, wie bei dem Pendel, für die Umlaufszeit zu beachten seyn soll, würden freilich einen Büsch, Mönnich, und noch neuerlicher, da jene in Deutschland schon zurück gewiesen waren, einen Nordwall in Schweden, nicht zu ganz unstatthaften, völlig ungegründeten Lehren haben verleiten können, wenn sie ebenfalls, wie Herr Magold und Herr Hecht und andere Mathematiker in Deutschland, die Bewegung des Schwungrades nach wahrer Mechanik zu beurtheilen gesucht hätten: übrigens aber dürften Polhem's Anhänger, denen als solchen die höhere, wahre Mechanik nicht gehörig bekannt ist, mit Recht erwiedern können, dass mit ihrer eigenen Erfahrung jene Beurtheilung und Berechnung durch die höhere Mechanik nicht übereinstimme. In dieser Hinsicht schien es mir rathsam bei Zeiten hier einzugestehen: *bei einigen Maschinen, und namentlich auch bei dem einmännischen Berghaspel, ist das beste Schwungrad von solchen schlüpfrichen Gründen abhängig, dass es rathsam ist, nur die ungefähre Gröfse und Masse desselben durch vorläufige Rechnung zu bestimmen, die übrige Ausmittelung dagegen den Versuchen zu überlassen.* Das Rollblei scheint mir, für den hier behandelten Haspel und die dahin gehörigen Versuche sehr geschickt, weil man sehr bequem davon in ganzen, halben und Viertel-Umfängen hinzuthun, auch wegnehmen kann; indem diese Streifen durch Nägel mit breiten Köpfen und noch breiteren Unterlagen sehr bequem und hinreichend haltbar können aufgenagelt werden.

VII.

Graf Buquoy an Herrn Doctor und Professor Gilbert in Leipzig.

Meine seit mehreren Jahren fortgesetzten Bemühungen im Gebiete der höheren Analysis, wesentlich dahin zielend, die Integralrechnung *allgemeineren* Methoden zu unterwerfen, als bisher, so wie zugleich den Schwierigkeiten der *Irrationalität* und *Transcendenz* so mancher Ausdrücke bei deren Anwendungen abzuhelfen; diese Bemühungen haben mich mit mehreren nützlichen Resultaten belohnt, die ich bisher blos in Mannscripten zum eigenen Gebrauche verwendete. Ich will sie nunmehro nach und nach bekannt machen, und habe zu diesem Ende kürzlich den Anfang gemacht, und zwar durch eine kleine Abhandlung unter dem Titel: *Eine neue Methode für den Infinitesimalkalkül, nämlich die umgekehrte Ableitung der Functionen* (*dérivation inverse*), worin ich unter andern auf folgende Resultate gelange, welche, wegen schnellerer Verbreitung unter dem mathematischen Publikum, in Ihren geschätzten Annalen wohl nicht am unrechten Orte stehen möchten.

$$\log \text{nat } x = m\left(\frac{x^{\frac{1}{m}} - 1}{x^{\frac{1}{m}}}\right),$$

welches um so richtiger ist, je gröfser der Werth von

m angenommen wird, jedoch muſs m immer noch einen *endlichen* Werth beibehalten.

Es iſt für alle Bögen von 0° bis 45° und von 180° bis 135°, oder für alle Coſinuſſe von ± 1 bis $\pm 0{,}7071068$

$s = \text{Arc Cos}\, u = m\pi \pm 0{,}3351851 \,.\, (1-u^2)^{\frac{1}{2}}\, (4-u)$,
worin der gröſste Fehler betragen kann $\frac{1}{180}$,
und für alle Bögen von 45° bis 90°, und von 135 bis 90°, oder für alle Coſinuſſe von $\pm 0{,}7071068$ bis 0

$s = \text{Arc Cos}\, u = m\pi \pm 1{,}57079633$
$\mp 0{,}3351851 \,.\, u\left(4-(1-u^2)^{\frac{1}{2}}\right)$,
worin ſchon das Transcendente enthalten iſt. Hier drückt π die halbe rectificirte Peripherie aus $= 3{,}14159266$, und m jede gerade (0, 2, 4, ...) oder ungerade (1, 3, 5, 7, ...) Zahl, je nachdem $u = +$ oder $= -$ iſt; jedoch wird in allen Fällen $u = +$ ſubſtituirt, es mag deſſen Werth poſitiv oder negativ gegeben ſeyn.

Es iſt $\cos(m\pi \pm s) = 1 + \frac{s^4}{32} - \frac{s^2}{2}$,

$\cos(n\pi \pm s) = -1 - \frac{s^4}{32} + \frac{s^2}{2}$,

worin $m = 0, 2, 4, 6, 8, \ldots\ldots$, dann $n = 1, 3, 5, 7, \ldots\ldots$, gültig von 0° bis $\pm 45°$ und von 135° bis 225°. Der gröſste Fehler kann hier betragen $= \frac{1}{170}$.

Für $s > 45°$ ſagen wir

$\text{Cos}(m\pi \pm s) = \frac{\pi}{2} - s + \frac{1}{160}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^5 - \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^3$,
$\text{Cos}(n\pi \pm s) = -\cos(m\pi \pm s) =$ u. ſ. w.,
woſelbſt die fünfte Potenz vernachläſſigt werden darf, wenn s von $\frac{\pi}{2}$ nicht ſehr abweicht, welche Gleichungen gültig ſind von $\pm 45°$ bis $\pm 90°$ und von 90° bis 135°, dann von 225° bis 270° u. ſ. w., wobei der gröſste Fehler betragen kann $= \frac{1}{1200}$.

VIII.

Resultate aus den zu Karlsruhe angestellten Witterungs-Beobachtungen vom J. 1819, und den 19 vorhergehenden Jahren,

von dem Hofrath Böckmann, Prof. d. Physik.

Art der Beobachtung und Instrumente waren dieselben, wie seit vielen Jahren. Die Beobachtungen geschahen Morgens im Winter zwischen 7 und 8, im Sommer zwischen ½6 und ½7 Uhr, Mittags zwischen 2 und 3, Nachts zwischen 10 und 11 Uhr. Die meteorologischen Instrumente sind von besonderer Güte; der Vernier des Barometers giebt Zehntheile einer Linie alt französ. Masses an, und dem Stande des festen Thermometers gemäss wird der Quecksilberstand auf die Normal-Temperatur von 10° Reaumur reduzirt, zwar nicht bei den täglichen, wohl aber bei den monatlichen und jährlichen allgemeinen Resultaten. Da das Barometer in einem Zimmer hängt, welches beständig bewohnt wird, so läſst sich die Temperatur zu 15° R. annehmen, und darnach der Barometerstand nöthigenfalls durch Subtr. von 0,3 bis 0,4 Lin. auf die Nomaltemperatur bringen. Das Niveau des Barometers befindet sich 19 Fuſs über dem Pflaster des Marktplatzes. Das *Reaumur'sche Thermometer* hängt im Schatten, frei gegen Norden, und das *de Luc'sche Fischbein-Hygrometer* zunächst bei demselben. Die

Richtung des *Windes* wird nach den besten Fahnen der Stadt und nach dem Zug der Wolken, oder nach der Richtung des aufsteigenden Rauches, bestimmt. Die *Regen*- und *Verdünstungs-Messer* haben einen Quadratfuſs Oberfläche.

Barometer: Gröſste Höhe, 28″ 4,38‴ am 2 Januar Morgens bei Nordwind, trübem Himmel, und einer Temperatur von 0,5°. *Geringste* Höhe 27″ 2,25‴ am 21 November Mittags, bei Südwestwind, Regen, Thauwetter, und + 5,7° R. *Veränderung* 14,13‴. *Mittlere* Barometerhöhe 27″ 9,81‴; also um 0,11‴ höher als gewöhnlich.

Thermometer: Gröſste Wärme am 6 Juli Nachmittags 27,6° im Schatten; eine gröſsere Hitze wurde hier unter andern beobachtet, 1783 am 3 Aug. 29,3°, 1798 am 4 Aug. 28°, 1800 am 19 Aug. 28,7°, 1802 am 8 Aug. 27,7°, 1804 am 6 Juni 27,7°, 1807 am 13 Juli 28°, und 1818 am 25 Juli 28,6°. Die *gröſste Kälte* betrug am 8 Januar Morgens — 6,4°; wir hatten 1785 am 1 März — 15,7°; 1776 am 29 Jan. — 16,2°; 1784 am 31 Jan. — 17,5°; 1788 am 18 Dec. — 18,5°; 1783 am 30 Dec. — 19°; und 1798 am 26 Dec. — 20° R. Kälte. *Temperatur-Veränderung* 34°. *Mittlere Temperatur* + 8,8°; sie war in den 19 vorhergehenden Jahren folgende:

1800	8,2°	1806	9,1°	1812	7,2°
1801	9,2	1807	8,5	1813	8,1
1802	8,3	1808	7,4	1814	7,7
1803	7,5	1809	8,0	1815	8,5
1804	8,0	1810	7,8	1816	7,2
1805	7,3	1811	9,3	1817	8,2
				1818	8,5

Die *mittleren Temperaturen der einzelnen*

	Januar	Febr.	März	April	Mai
1800	+2,3°	−0,4°	2,1°	11,5°	13,8°
1801	+3,0	+2,6	6,2	10,5	13,1
1802	−3,0	+2,4	5,2	9,1	11,4
1803	−1,5	+0,9	3,0	9,4	9,5
1804	+4,3	+0,5	3,0	7,8	13,0
1805	−1,6	+1,3	3,4	7,3	10,7
1806	+3,9	+3,8	4,8	6,0	13,9
1807	−0,1	+3,1	1,6	6,9	13,5
1808	+1,2	+0,7	0,8	6,5	14,8
1809	+1,4	+4,0	4,9	5,2	12,8
1810	−5,0	−0,9	5,6	8,1	11,8
1811	−2,8	+3,1	7,2	10,1	14,7
1812	−2,3	+3,4	4,2	5,3	13,2
1813	−1,0	+4,1	4,9	9,8	12,6
1814	−1,9	−1,2	3,4	9,9	11,0
1815	−2,5	+4,3	7,0	9,0	13,5
1816	+1,2	0,0	4,1	8,6	14,2
1817	+3,4	+4,1	4,0	5,3	10,6
1818	+2,7	+3,0	4,9	9,9	10,1
1819	+1,7	+3,3	5,1	9,8	12,9
Mittel von 1800 bis 1820	+0,1	+2,0	4,2	8,2	12,7

Diese 20 Jahre geben für Karlsruhe eine mittlere jährliche Wärme von 8,1°. Mithin war das Jahr 1819 um 0,6° wärmer als ein gewöhnliches Jahr. Mit Ausnahme des Monats November waren alle übrigen Monate wärmer als gewöhnlich, es war dies besonders der Fall im Januar, Februar, März, April, Juli, August und September; die Temperatur der Monate Mai, October und December waren der gewöhnlichen ganz, oder sehr nahe, gleich.

Hygrometer: Gröſste Feuchtigkeit am 25 März Nachts, und 20 Juli Nachts 97°. Gröſste Trockne am 10 Mai Mittags 26°. Veränderung 71°. Mittlere Feuchtigkeit 60°.

Monate waren in diesen 20 Jahren folgende:

Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
12,2°	14,6°	16,8°	13,4°	7,8°	5,3°	+1,5°
13,3	15,5	15,0	13,3	9,2	5,4	+3,5
15,2	14,6	17,2	12,4	9,5	3,7	+1,9
13,6	16,3	16,0	9,2	7,2	4,5	+3,3
13,8	15,0	14,1	12,6	9,1	4,0	+1,2
13,7	14,5	14,1	12,6	6,1	1,2	+0,9
14,2	15,7	15,4	11,9	7,7	5,7	+6,1
14,0	18,0	18,5	10,8	9,6	5,2	+0,9
14,0	17,6	16,2	12,0	7,0	4,0	−2,4
13,9	15,1	15,1	11,1	6,9	2,2	+3,3
13,8	15,2	14,9	14,2	8,2	5,0	+3,1
16,0	16,4	15,4	13,2	11,1	5,7	+1,8
13,9	14,1	14,9	12,5	9,6	2,8	−2,5
13,9	14,0	13,6	11,5	8,5	3,9	+0,3
12,7	15,9	14,4	11,6	7,6	5,0	+4,0
13,9	14,0	14,4	12,8	8,9	2,1	+0,3
12,1	13,3	13,3	11,7	8,1	2,0	+1,4
[illegible]	14,2	14,0	14,2	5,5	5,9	+1,5
15,3	16,3	14,3	12,3	7,8	5,7	−0,8
14,5	16,2	16,0	13,0	8,2	3,2	+1,7
13,9	15,3	15,3	11,3	8,2	4,2	+1,6

Die *Winde* kamen von *Norden* 78 Mal (häufig August, Juli, November, selten Januar, Februar, März); von *Nordost* 394 Mal (häufig August, Mai, October, April und December; selten Februar, Juni und Juli); von *Osten* 16 Mal (häufiger im October, gar nicht im Februar, Juni, August, November und December); von *Südost* 9 Mal (hauptsächlich im October); von *Süden* 13 Mal (in jedem der Monate Februar, April, Juni und November 2 Mal); von *Südwest* 500 Mal (häufig Februar, Juni, März und December; seltner Mai, August, April); von *West* 66 Mal (häufig Mai, Juni, Juli, August; selten aber im Januar, November und December); von *Nordwest* 19 Mal (häufiger Juni, Sep-

tember; gar nicht im Januar und December). Die *herrſchenden* Winde waren alſo die von *Südweſt;* zunächſt die von *Nordoſt*, welches hier gewöhnlich der Fall iſt.

In Hinſicht der *Witterung überhaupt* hatten wir folgende Zahl von Tagen:

im J.	ganz heitere	ganz trübe	verm.	Reg. Tage	Schn Tage	Grpl. und Schl.	Gewitter	Stürme	Nebel
1801	58	72	235	143	24	6	21	13	7
1802	90	68	207	105	23	6	16	10	8
1803	58	71	236	101	21	6	20	15	6
1804	34	60	272	147	27	6	18	8	10
1805	46	64	235	127	29	7	17	11	4
1806	33	90	242	162	17	3	14	25	15
1807	42	87	236	101	41	2	21	13	6
1808	36	89	241	125	32	5	20	17	7
1809	27	66	272	129	26	4	19	11	2
1810	29	72	264	136	14	5	13	14	6
1811	51	51	263	124	24	7	22	2	0
1812	25	71	269	125	24	12	17	3	12
1813	16	59	290	129	15	9	26	13	9
1814	44	60	261	127	22	4	21	5	2
1815	32	61	272	137	21	14	19	21	2
1816	17	67	282	172	31	13	13	22	10
1817	25	45	295	178	16	25	29	27	19
1818	30	53	282	138	34	17	15	25	25
1819	18	16	286	154	30	16	27	15	13
Mittel	38	67	260	136	25	8	19	14	8

In dem J. 1819 hatten wir alſo weniger *ganz heitere Tage* als in den 19 vorhergehenden (1813 und 1816 ausgenommen), das heiſst ſolche Tage, an welchen ſich von früh Morgens bis in die Nacht gar keine Wolken zeigten, und nicht einmal die Hälfte von der gewöhnlichen Zahl. Die meiſten ganz heitern Tage fielen im Mai (7), und im September (4). Der *ganz trüben* Tage, wo während der Beobachtungszeit ſich auch keine Spur von heiterm Himmel zeigte, hatten

wir 6 weniger als gewöhnlich; hier zeichnen sich der December, November, October und Januar aus. Im August und September war kein ganz trüber Tag. Der *vermischten* Tage mit mehr oder weniger partiell heiterm und trüben Himmel, hatten wir 26 mehr als gewöhnlich. Es *regnete* an 18 Tagen mehr, es *schneite* an 5 Tagen mehr, und es fielen *Graupeln* und *Schlossen* an 8 Tagen mehr, als gewöhnlich. Die Zahl der nahen und fernen *Gewitter* übertraf die gewöhnliche um 8, der *Nebel* um 5; die meisten Gewitter waren im Juni, Juli und August, die Nebel besonders im October. *Stürme* waren wie gewöhnlich, die meisten im Januar.

Die gesammte *Menge* des auf 1 Quadratfuss gefallenen *Regen- Schnee- Graupel-* und *Schlossen-Wassers* betrug 4232 Kubikzolle, oder 29 Zoll 4,7 Linien Höhe; so hoch würde es nämlich am Ende des Jahres, hier über der Erde gestanden haben, wenn davon nichts in sie eingedrungen, abgelaufen oder verdünstet wäre. In den vorangegangenen Jahren betrugen diese Wasserhöhen:

1801	33″	8‴	1808	26″	0‴	1814	19″	2,4‴
1802	24	0	1809	25	5	1815	19	4
1803	28	0	1810	26	0	1816	31	0,6
1804	30	1	1811	21	6	1817	26	5,[illegible]
1805	28	7	1812	21	0	1818	21	8,4
1806	26	6	1813	25	1			

Im Mittel aus 17 Jahren fielen also 25″ 6‴ auf 1 Quadratfuss, und deshalb wäre der Wasserstand im verflossenen Jahre um 3″ 10,7‴ höher gewesen. Es regnete

nur in den Jahren 1801, 4 und 16 mehr; die übrigen Jahre besonders 1811, 12, 14, 15 u. 1818 waren trockner.

Die Witterung überhaupt war folgende: *Januar*, bei hohem Barometerstande, milde, trübe, etwas naſs, stürmisch. — *Februar*, bei gewöhnlicher Barometerhöhe, ebenfalls milde, etwas naſs; inzwischen war, ohngeachtet jener warmen Witterung, die Vegetation noch nicht besonders vorgerückt. — *März*, etwas hoher Barometer, wärmer als gewöhnlich, nicht besonders naſs. — *April*, etwas tiefer Barometer, gleichfalls beträchtlich wärmer als gewöhnlich, und trocken; schon in der ersten Hälfte rückte bei einer Wärme von 21,1° die Vegetation auſserordentlich schnell voran, und die aufs reichlichste blühenden Obstbäume, so wie die zahlreichen Samen an den Weinstöcken, gewährten die schönsten Hoffnungen; aber der Zustand der Atmosphäre ward gewitterhaft, und es fanden keine Entladungen statt, die Wärme nahm ab, und am 28, 29 und 30 hatten wir Reif und Eis, wodurch besonders die Apfelblüthen litten; am 30 Abends ward es mild, und mit viel weniger Verluste als 1819 war die drohende nahe Gefahr vorüber. Hier und da, z. B. bei Durlach, wurden die Weinberge durch zweckmäſsige Räucherungen mit Erfolg gegen den Frost geschützt. — *Mai*, etwas niedriger Barometerstand, trocken; die Wärme nahm einigemal ungewöhnlich zu, sank aber, ohne bedeutenden Regen, wieder herab; am Ende kamen hier und da bereits Weinstöcke zum Blühen. — *Juni*, bei hohem mittlern Barometer, wärmer als gewöhnlich; gewitterhaft, naſs, und für die ganze Vegetation ungemein günstig; schon in der ersten Hälfte waren die Weinstöcke gröſstentheils verblüht. — *Juli*,

hoher mittlerer Barometerst., wärmer als gewöhnlich, und es würde dies noch mehr gewesen seyn, wenn nicht Gewitterregen von Zeit zu Zeit abgekühlt hätten; im Anfange des Monats ward der grosse Comet sichtbar. — August, hoher Barometerstand, warm, gewitterhaft, trocken, und sehr günstig für die ganze Vegetation; gegen die Mitte des Monats gab es schon häufig ganz reife Trauben. — *September,* beträchtlich hoher Barometerst., warm, heiter, trocken, und noch am Ende des Monats vollkommene Sommertage. — *October,* tiefer Barometerst., Wärme wie gewöhnlich, trüber Himmel, nass; im Anfange noch schöne Tage, wobei die Weinlese begann, am Ende des Monats war das Laub der meisten Bäume noch ungewöhnlich grün. — *November,* tiefer Barometerst., kühler als gewöhnlich, trübe, und nass; erst gegen die Mitte des Monats waren die meisten Bäume ganz entlaubt. — *December,* tiefer Barometerstand, gewöhnliche Wärme, trübe, ungewöhnlich nass, wodurch grosse Ueberschwemmungen entstanden *).

Das Jahr 1819 war also *warm*, bei etwas hohem mittlern Barometerstande, bei selten ganz heitern Tagen, und bei einer bis im October fortdauernden ziemlichen Trockenheit. Nach von Humboldt's Erfahrungen kömmt die mittlere Temperatur des Aprils, vorzüglich aber die des Octobers, gewöhnlich mit der mittlern jährlichen eines Orts überein. Dies wird denn auch durch die für Karlsruhe erhaltenen Resultate vollkommen bestätigt. Denn wir haben aus 19jährigen Beobachtungen eine mittlere jährliche Wärme von 8,1°, die der Monate April und October beträgt aber 8,2°; auch im verflossenen October war sie gerade 8,2°. Uebrigens zeichnete sich das verflossene Jahr durch seine allgemeine, grosse Fruchtbarkeit besonders aus.

*) Die einzelnen monatlichen Resultate seiner zuverlässigen und höchst schätzbaren meteorologischen Beobachtungen macht Hr. Hofrath Böckmann schon seit einer geraumen Zahl von Jahren alle Monate ausführlich in den Beilagen zur Karlsruher Zeitung bekannt. *Gilb.*

IX.

Einige meteorologische Bemerkungen

von Hrn Castellani; aus e. Briefe an den Prof. Pictet.

Turin d. 7 Dec. 1819 *).

... Rechnet man die heiteren, die wolkigen, die bedeckten und anderen Tage zusammen, welche in den meteorologischen Beobachtungs-Registern angegeben werden, so erhält man immer der Tage viel zu viel; z. B. nach den im *Journ. de phys.* abgedruckten paris. Beobachtungen für den December 1816 123, für den Januar 1817 118, für den März 117 Tage etc.; nach den Beobachtungen zu Pavia für den April 1817 35, den Mai 36, den Juni 38 Tage; und nach Flaugergues in seinem Aufsatze im Junihefte 1818 S. 135 für das Jahr im Mittel 449 Tage, also 94 Tage mehr als das Jahr hat. Um den Zustand der Atmosphäre mit einer gewissen Genauigkeit anzugeben, darf man die verschiedenen Zustände nicht blos nach Tagen, sondern man muss sie zugleich nach ihrer Dauer angeben. Ich schmeichle mir in meinem Aufsatze im Junihefte 1819 und in der demselben angehängten Tafel die Einfachheit und den Nutzen der Beobachtungsart, welche ich den Meteorologen empfehle, um den jährlichen Zustand der Atmosphäre mit der gröfsten Genauig-

*) Kurz ausgezogen aus der *Bibl. univers.* Dec. 1819. *G.*

keit und vergleichbar zu erhalten, klar vor Augen gelegt zu haben.

. . Ich bin überzeugt, dafs die Störungen (*altérarations*) im regelmäfsigen Gang der Temperatur, von welchen die Veränderungen des Windes abzuhängen scheinen, die Ursachen der Bewegungen des Quecksilbers im Barometer sind, und dafs die Barometer-Veränderungen ganz und gar den Veränderungen und der Variabilität des Windes untergeordnet sind. Die Beobachtungen des Thermometer-Standes und der Winde scheinen mir daher am mehrsten interessiren zu müssen, und werden uns wahrscheinlich am ersten sichere Resultate verschaffen.

Die wahre *mittlere Temperatur* eines Ortes wird sich sehr schwer mit Zuverlässigkeit bestimmen lassen, wenn man nicht die *Maxima* und die *Minima* beobachtet. Beim Zusammenfassen meiner Beobachtungen fand sich, dafs der niedrigste Stand des Thermometers einigemal ziemlich spät nach dem Aufgange der Sonne, nämlich um 9 oder 10 Uhr Morgens im Sommer, und der höchste einigemal vor Mittag und um 3° oder 4° höher als zu Mittag gewesen war. Es scheint daher nicht möglich zu seyn, aus Beobachtungen, die an bestimmten Stunden angestellt sind, die wahre mittlere Temperatur herzuleiten. Diese geben nur die Beobachtungen der Thermometrographen. — Dasselbe gilt von der mittleren Höhe des Barometers.

Folgende Bemerkung über das Thermometer scheint mir Beachtung zu verdienen: „Eine merkli-„che Differenz in plus, in dem regelmäfsigen Gange „des Minimum, ist fast immer eine Anzeige nahen

„Regens.“ So z. B. war am 13 August 1819 das Minimum 13,66°, am folgenden Tage dagegen 18°, und 2 Stunden nach der Aufnahme erfolgte ein ſtarker Regen. — Am 29 Juli war das Minimum von 15 auf 18,9° geſtiegen, und wir hatten den ganzen Tag mit Unterbrechungen Regen. — Ich habe dieſes ſeit Anfang meiner Beobachtungen bemerkt; die Anzeige fehlt nie oder nur höchſt ſelten. Sie ſcheint uns die Möglichkeit zu zeigen, Gränzen für das Minimum zu beſtimmen, welche den Regen und das ſchöne Wetter genauer als das Barometer anzeigen werden.

Was dieſes letztere betrifft, ſo habe ich häufig ſehr merkliche Veränderungen im Stande des Barometers erfolgen ſehen, ohne daſs irgend eine ſichtliche Veränderung im Zuſtande der Atmoſphäre darauf erfolgt wäre.

Das Minimum des Standes des Thermometers finde ich, wenn es gegen Norden hängt, gewöhnlich um 1⅗° höher, als wenn daſſelbe Inſtrument nach Weſten zu frei hängt; und während zweier Monate eben von mir vollendeter Beobachtungen hatte es nur zweimal in beiden Lagen einerlei Stand. Dieſes hat mich beſtimmt, dem Minimum eines nach Weſten zu frei hängenden Thermometers den Vorzug zu geben.

Ich ſchlieſse hieraus, daſs es groſse Schwierigkeiten habe, mit Zuverläſſigkeit Folgerungen über die Temperatur zweier Orte zu ziehen, welche ſich nicht vollkommen unter einerlei Umſtänden befinden. . . .

X

Einige Höhenmessungen aus Steiermark;

aus e. Briefe des Hrn Jak. Phil. Kulik,

Prof. d. Phys. am Lyc., und d. Astronom. am Johanneum zu Grätz.

Die Höhenmessungen einiger steiermärkischen Alpen, welche Ihnen mitzutheilen ich so frei bei, habe ich in Gesellschaft des Hrn Dr. Joseph Hartnagel, Hofgerichts-Adv. zu Salzburg, im Juli 1820 vorgenommen. Wir führten mit uns ein gutes von den Gebrüdern Rospini in Grätz verfertigtes tragbares Gefäss-Barometer, dessen Skale mittelst eines Nonius Zwölftel einer Wiener Linie unterscheiden liess; der Durchmesser des Gefässes betrug 9, der Röhre 0,75 W. Linien; ferner ein 80-theiliges Thermometer, ein Fernrohr u. s. f. Die Gebrüder Rospini hatten die Gefälligkeit mehrere während unserer Abwesenheit an ihrem Normalbarometer angestellte Beobachtungen uns mitzutheilen. Dadurch sind wir in den Stand gesetzt worden, gleichzeitige Beobachtungen an den 6 bis 9 Meilen von Grätz entfernten Alpen, mit denen in Grätz durch eine einfache Interpolation zu erhalten. Es geben überdem die etwa 30 Jahre hindurch zu Grätz angestellten Barometer-Beobachtungen der Gebrüder Rospini die mittlere Borometerhöhe 27″ 7‴ bei einer mittleren Temperatur von 7,6° R. Beide Data mit Schuckburgh's Beobachtungen des Barometer- und Thermometer-Standes am Meere verglichen, geben eine Höhe

von *Grätz* über die Meeresfläche von 157,77 Meter oder von 499,1 Wiener Fuls, wofür man unbedenklich 158 M. und 500 W. F. ſetzen darf. Ich habe an unſeren Beobachtungen die nöthigen Correctionen, wegen der Temperatur, der ungleichen Durchmeſſer der Queckſilber-Säulen in der Röhre und der Gefäſse, und wegen der Capillarität beider Barometer-Röhren ange-

Beobacht. Zeit	Ort der Beobachtung	Stand des Barometers	Stand des Thermometers
18 Juli	In *Steiermark*		
2 U. Ab.	*Schwamberg* im Wirthshauſe des Iberen Gödl	27'' 3''' 4''''	19° R.
6 - -	*Butterſacker*-Kreuz	26 5 7	17
7 - 25'	*St. Anna*	25 4 2	15
19 Juli			
7 - 35 - M.	Untere *Schwamberger Alpe*	23 6 2	14
9 - 35 - -	*Frauenkogel*, worauf die von Bruchſteinen zuſammengelegte Säule	22 9 6	12,5
11 - 28 - -	*Speikkogel*	22 5 9	10,5
20 Juli	In *Kärnthen*		
6 - 30 - M.	*St. Gertraud*	27 2 4	17
1 - 30 - A.	*St. Leonhard*	26 6 8	18
4 - 10 - -	*Reichenfels*	26 3 3	23
5 - 10 - -	*Dachsehen*	26 1	22
21 Juli	In *Steiermark*		
7 - 12 - M.	*Peters-Alpe*	22 11 6	13
9 - 10 - -	*Obdach-Alpe* (Groſsingberg)	22 4 7	13
8 - 10 - Ab	*Hirſchegg*	26 0 3	23

bracht, und darauf nach der bekannten Laplace'schen Formel, mit Hinweglassung des für die Lage des Beobachtungsorts unbedeutenden Breiten-Coefficienten, die Höhen über Grätz berechnet, und durch Hinzufügen von 500 W. Fuss die Höhen der Beobachtungsörter über der Meeresfläche gefunden, wie es folgende Tafel ausweiset:

Stand des Gratzer Barometers	Stand des Gratzer Thermometers	Corrigirte Barometerstände obere Stat.	Corrigirte Barometerstände Gratz	Höhe über die Meeresfläche in Metr.	Höhe über die Meeresfläche in Wien. Fuss
		in Meter	in Meter	M.	W. F.
27'' 6'''	21,5 R.	0,72362	0,72896	237,8	752
27 5	18	0,70183	0,72677	460,3	1428
		0,67262		826,1	2614
27 6,5	15	0,62407	0,73007	1506,4	4645
	15,5	0,60494		1764,6	5584
27 7	20	0,59727	0,73116	1900	6013
27 8	17	0,72092	0,73335	304,3	963
27 8,5	21,5	0,70452	0,73445	523,8	1658
27 9	23	0,69659	0,73555	639,6	2024
	17	0,69138		702,6	2220
27 9	15	0,60954	0,73555	1764	5582
		0,59436		1980	6266
27 8,5	21	0,69103	0,73445	697,8	2208

XI.

Verdunklung der Luft und schwarzer Regen in Kanada, und Seiden-Regen in Brasilien.

Am 9 November 1819 wurde die Stadt *Montréal* in Ober-Kanada plötzlich in gänzliche Finsterniſs gehüllt, und es fiel in Menge ein Regen, so schwarz wie Tinte. Hr. Martin Paine hat eine Flasche dieses Regenwassers dem Lyceum zu New-York überschickt, und das Ergebniſs der chemischen Analyse, welche man hier damit angestellt hat, war, daſs der einzige fremde Körper den es enthielt, *Ruſs* oder Kohlenstoff sey. Man war allgemein in dem Lande der Meinung, daſs dieser Ruſs ein Erzeugniſs der groſsen Feuersbrünste sey, welche während der Zeit der Dürre in den ungeheuren Waldungen südlich vom Ohio ausgebrochen waren, und daſs der Wind ihn bis Ober-Kanada geführt habe *).

In der Nacht am 16 November 1819 fiel zu *Broughton* in Nord-Amerika eine groſse Menge eines schwarzen Staubes auf den Schnee herab, der die Erde bedeckte.

*) Es ist dieses das in Aufſ. IV dieses Stücks umständlicher beschriebene Phänomene, in welchem Hr. Biot die Materie des Nordlichts und Hr. Chladni eine kosmische Staubmasse zu sehen geneigt waren. Noch andere überraschende meteorologische Merkwürdigkeiten weit verbreiteter Land- oder Forst-

(Aus einem Schreiben des französischen Consuls Lajné zu *Fernambuk* in Brasilien, vom 1 Nov. 1820). „Im Anfang des Octobers regnete es hier und ungefähr 30 Lieues umher, Landeinwärts sowohl als über der See, eine Art von *Seide*, von der sehr viele Personen etwas aufgelesen haben. Ein französisches Schiff, das hier ankam, war ganz damit bedeckt worden. Dieses Ereigniſs, wovon man kein Beispiel kennt, beschäftigt hier die Leute sehr.“ Der Anblick der von Hrn Lainé mitgeschickten Probe brachte mich auf die Vermuthung (sagt Hr. Arago), daſs diese Fernambuker meteorische Seide etwas Aehnliches als die seidenartigen Fäden seyn möge, welche in den Umgebungen von Paris der Wind zu gewissen Jahrszeiten in mancherlei Richtungen vor sich her treibt *). Die chemische Analyse wird uns darüber wahrscheinlich näher belehren.

Brände, werden meine Leser in einem der folgenden Hefte finden. Vor nicht langer Zeit meldeten Zeitungs-Nachrichten vom November 1820 folgendes Ereigniſs aus einem an Kanada gränzenden Lande: „In Neu-Schotland wüthete neulich „ein *Feldbrand* 3 Tage lang und verwüstete einen der fruchtbarsten, von mehreren Flüssen durchschnittenen, District „zwischen Yarmouth und Annapolis, in einer Länge von 17 „engl. Meilen; es wurden dabei die Kartoffeln in der Erde gebraten.“ *Gilb.*

*) Die unter dem Namen des fliegenden *Sommers* bekannten Fäden von Spinnen-Geweben, welche der Wind im Herbste über die Stoppeln vor sich her treibt. *Gilb.*

XII.

Auszüge aus Briefen den electrischen Magnetismus und eine Feuerkugel betreffend.

1) Von Herrn Prof. Erman in Berlin.

... Hätte ich, meinem Vorhaben gemäfs, Ihnen bereits im Anfange Decembers meine Unterfuchung für die Annalen der Phyfik zugefendet, kurz und bündig, wie fie damals war, fo würde fie wenigftens den Reiz der Neuheit gehabt haben. Sie ift indefs zu einem kleinen Buche angewachfen, [„*Umriffe zu den phyfifchen Verhältniffen des von Hrn Prof. Oerfted entdeckten electro-chemifchen Magnetismus, fkizzirt von P. Erman.* Berlin 1821. 122 S. 8.] Vielleicht find Sie nicht abgeneigt eine kurze Notiz darüber Ihren Lefern mitzutheilen, welches mir erwünfcht feyn würde, um fernere Verhandlungen daran anknüpfen zu können *). Ob fich meine Anficht mit den Ampère-Arago'fchen Beftimmungen vereinigen läfst, das ift die Frage. Ich glaube faft, dafs diefes im Wefentlichen nicht unmöglich fey, und dann welcher Gewinn! Denn die Kartefianifchen rechts und links gewundenen Strömungen find wahrlich felbft für die Skeptiker eine harte Prüfung **). Wie kann diefe an den Oberflächen laufen-

*) Diefes foll allerdings, und wenn es Raum und Zeit erlauben fchon im nächften Hefte gefchehen, es fey denn dafs der Hr. Verf. felbft die Rolle des Berichterftatters zu übernehmen fich entfchlöffe. *Gilb.*

**) Herr K., ein Freund diefer Annalen, den ich erfuche fich

de Strömung je mit dem übereinstimmen, was wir bei Streichen der Stäbe sehen, und was wir von dem Koërcitiv-Vermögen des Eisens wissen? warum zeigte dann nicht jeder electrisch-geladene Leiter die magnetischen Erscheinungen, und namentlich nicht der Turmalin? und wie wäre es zu begreifen, daſs bei einem concentrisch übereinander gewundenen Leiter die einander so nahe gerückten entgegengesetzten Windungen der Strömungen, anstatt sich zu stören, vielmehr eine erhöhte Wirkung geben? Doch die Zeit wird hierüber entscheiden. Ich finde, daſs sich Hr. Biot der Ansicht, welche ich in meinem Umrisse zur Sprache gebracht habe, nähert, und noch mehr Hr. Berzelius...

2) Von Herrn Reg. Rath Prechtl, Dir. d. pol. Inst.
Wein d. 24 Febr. 1821.

Der Aufsatz, den ich Ihnen zur möglichst schnellen Aufnahme in Ihre Annalen überschicke, enthält einige Entdeckungen, durch welche der Oersted'sche Versuch wahrscheinlich erst seinen wahren Werth erhält, indem es mir, wie Sie sehen werden, gelungen ist, die Erscheinungen des Schlieſsungs-Drahtes an dem Magneten, durch eine neue Magnetisirung dessel-

mir näher zu erkennen zu geben, vermiſste mit Recht bei dem Arago'schen Aufsatze eine Erklärung des *Rechts*- und des *Links*-Gewundenseyns von Spiralen und von Schraubenlinien. Spiralen von Innen nach Auſsen in horizontaler Ebene, und Schraubenlinien von unten aufwärts um lothrechte Axe beschrieben, sind, je nachdem sie nach dem Körper des Beschreibenden *zuwärts* von Links nach Rechts, oder von Rechts nach Links hin beschrieben sind, im ersten Fall *rechts*-, im zweiten Fall *links*-gewundene. *Gilb.*

ben nachzuweisen. Dieser ganze Gegenstand wird hierdurch nun sehr einfach, und die magnetischen und electrischen Erscheinungen werden zur Einheit gebracht, indem durch meine Entdeckung nun den electrischen Dispositionen ganz gleiche magnetische Dispositionen gegenüber stehen *). Obgleich ich noch mancherlei zu sagen hätte; so zögere ich doch nicht, Ihnen diese Arbeit zu übersenden; dass bei dem schnellen Fortschreiten der Naturkunde man, wenn man einen Gegenstand gleich vollständig behandeln will, leicht um die Priorität einer Arbeit kömmt, davon habe ich bereits Erfahrung gemacht. Denn ich kann z. B. aus meinen alten Manuscripten unbezweifelt beweisen, dass mir die Magnetisirung von Drähten in der voltaischen Kette vor 10 Jahren nicht unbekannt war. Ich finde in diesen alten Notizen, dass auch das Wasser im Kreise der Säule sich magnetisch zeige, und ich werde bei der nächsten Gelegenheit diesen Versuch wiederholen. Die Reihe der *magnetischen Ladungsfähigkeit* der Metalle finde ich gleichfalls in meinen Schriften bereits angegeben. Sie gründet sich auf das Gesetz des geraden Verhältnisses der Cohäsion und des umgekehrten des electrischen Leitungs-Vermögens; sie wird durch die späteren Children'schen Versuche bestätiget. Bleibt mir Zeit dazu, so erhalten sie darüber etwas ein anderes Mahl.

*) Der für diese Materie sehr wichtige Aufsatz lief gerade beim Schlusse des Stückes ein. Das folgende Heft wird in ein Paar Wochen in den Händen der Physiker seyn, und diese Notiz hinreichen, dem Herrn Verf. die Priorität seines eben so interessanten als scharfsinnig benutzten Fundes zu sichern. *Gilb.*

3) Von Herrn Hofrath **Döbereiner** in Jena.

... Jetzt, wo die Erforschung der Ursache der magnetischen Kraft und Verhältnisse angehoben hat, verdienen Zweifel geprüft zu werden, wie sie nach Schw. u. Mein. Journ. 1821 S. 104 Dr. Seebeck an der magnetischen Polarität des Nickel- und des Kobalt-Metalls hegen soll, indem er sie durch Spuren von Eisen bedingt glaubt; man sollte daraus eine Preisfrage machen. Ich habe keinen Grund an der magnetischen Polarität derselben zu zweifeln, da sie sich sehr stark an dem zeigt, was ich von beiden Metallen auf eine neue höchst einfache Art bereitet habe, nämlich durch Glühen der aus *völlig eisenfreien* Auflösungen des Kobalt- und des Nickel-Oxyds dargestellten oxalsauren Kobalt- und Nickel-Oxyde in Räumen, die vor dem Zutritt der Luft geschützt waren. — Sollte es sich bestätigen, dass auch *Chrom* und *Mangan* der magnetischen Polarität fähig sind, so möchte ich nach Analogie schliessen, dass auch *Kiesel-* und *Talk-Erde*, oder wenigstens die *metallischen Grundlagen* derselben, der magnetischen Reaction unterworfen seyn müssen. Denn beide sind Hauptbestandtheil der Meteorsteine und des polaren Serpentins, und die Meteorsteine wahrscheinlich, Producte der electro-magnetischen Thätigkeit unseres Planeten.

Was Hr. G. R. Hermbstädt ebendas. S. 81 f. über *Legirung der Metalle mit Kalium* etc. meldet, ist von mir bereits vor 8 oder 9 Jahren, in Schweigg. Journ. B. 3 S. 443 gesagt worden. Ich sprach dort die Natur der Schwefel- und Phosphor-Alkalien wie solche neuerlichst in Frankreich erkannt worden, aus, und fügte am Ende als Resultat meiner Wahrnehmungen

über das Verhalten mehrerer Schmelzmittel gegen Metalle hinzu: „Bei schwer reducirbaren Matall-Oxyden sollte man es auch unterlassen, Glasflüsse (Glas, Borax u. s. w.) zur Beförderung des Schmelzens anzuwenden. Es wird von diesen Schmelzmitteln immer eine nicht unbedeutende Menge mit reducirt, und das Reduct, es sey Kalium, Silicium, Boracium oder Natronium, geht dann mit dem reducirten Metalle in Verbindung und verändert seine Eigenschaften." — Alle acide Metalle haben eine Neigung, sich mit alkalischen und basischen Metallen zu verbinden, und ist die Acidität derselben so groſs, daſs sie selbst mit Wasserstoff Säuren bilden, wie z. B. beim Tellur, so wird eine gesättigte Verbindung des Oxyds mit Kali schon durch schwaches Glühen mit Kohle *vollkommen* reducirt und in ein elementares Metallsalz verwandelt.

4) Von Herrn Prof. **Brandes** in Breslau.

Am 12 Februar Abends 7 Uhr habe ich eine, vermuthlich sehr entfernte, *kleine Feuerkugel* beobachtet, die von Süden nach Südwesten in etwas niederwärts geneigte Richtung zog, und 2° über dem Horizont verschwand. Ihre Bewegung war langsam, so daſs sie etwa 8° bis 10°, die ich sie zurücklegen sah, in 4 Secunden durchlief. Da man hieraus mit Wahrscheinlichkeit auf eine groſse Entfernung schlieſsen darf, so kann sie in Oesterreich vielleicht viel gröſser erschienen seyn, indem es wohl möglich ist, daſs sie über 100 Meilen von hier im Zenith stand. Da ich gerade auf der Sternwarte war, so habe ich mit einem Parallactisch aufgestellten Instrumente die Lage der Endpunkte bestimmt, auf 29° südl. Declin. und 27° Rectascension, das heiſst in 35° Azimuth. Ihre ganze Bahn konnte ich, da der Mond nicht erlaubte am Horizont Sterne zu sehen, nicht genau bestimmen, doch kann ich die Richtung des gröſsten Kreises, von welchem sie einen Theil durchlief, als etwa durch den Hasen gehend angeben.

E ZU HALLE,

VATOR DR. WINCKLER.

TAG	BAR 10° R. 8 MORG. p. Lin.	10 UHR	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	3, 62	52°, 1	N 1	S 1	tr. Sch.	tr. Sch.	heiter
2	32 99	54 2	SW 2	SW 2	tr. fein Sch.	tr.	schön 3
3	31 50	56 9	SW. O 2	O 2	tr. Nb.	tr. Sch.	verm. 5
4	29 74	63 3	O. oso 3	SO 2	tr. fein Sch. wndg	tr.	trüb 23
5	29 11	75 5	oso. S 1	S 2	tr. Nb. Dft.	tr. fein Rg.	Nebel 18
6	29 11	70 2	SO. oso 1	still	verm.	ht.	Duft 5
7	27 92	73 6	NO. S 1	S 1	tr. etws Nb.	sch.	Regen 8
8	29 99	70 8	SO. oso 1	O 1	sch. Nb. Mrgth.	vr. Nbl	Rg-Sch.
9	28 84	69 1	ssb. oso 2	S 3	tr. Nb. Mrgth.	tr.	Schnee 4
10	27 67	76 5	S. SW 3	SW 2	tr. Rgtropf. wndg	ht.	Graup. 1
11	26 95	74 7	S. wsw 2	nnw 2	tr. Rg.	tr. Nb.	windig 7
12	29 08	78 3	N. SW 1	SW 1	tr. Rg. strk Nb.	tr. Nb.	stürm.
13	30 23	77 3	SW. 2. 3	SW 3	tr. etws Nb. Wnd.	tr.	
14	28 62	69 6	S. nnw 2	N 3	tr. Mgr. etws Rg. wd	sch.	Nächte
15	35 50	54 2	N 2. 3	wsw 1	vr. Mgr Abr Graup	sch	heiter 3
16	34 27	76 7	S. SW 3	SW 3	tr Rg. wndg	tr. fein Rg. wd	schön 4
17	33 92	70 6	NW 3	still	tr. fein Rg. wndg	tr.	verm. 2
18	39 32	68 4	SW 1. 2	ssw 3	vr. Nb. Abr.	sch. wndg	trüb 22
19	40 32	74 3	SW 2. 1	sso 2	tr. Nb. Mrgr.	tr. strk Nb. Dft	Nebel 8
20	39 64	72 3	SW. NW 2	W 3	vr. dick Nb. Dft.	vr. Windstöse	Duft 4
21	41 29	71 2	NW 2. 3	NW 2	tr. Nb. Dft. Rg. wd	tr. Nb.	Regen 2
22	43 00	71 2	wnw. wsw 1	wsw 2	verm.	tr. Dft. Sch.	Rg-Sch. 3
23	42 36	69 3	NW. N 3	N 3	tr. Nb. Dft. Rg. wd	tr. Rg. Sch. gel	Schnee 3
24	43 69	63 0	NO. O 2	still	tr. strk Nb.	tr. Nb.	windig 3
25	41 39	71 2	SW. W 2	W 2	tr. Mrgr. Sch.	tr.	stürm.
26	40 61	71 3	NW 2	W 2	tr etws Nb.	tr. Rg. u Sch.	Mgrth 7
27	40 26	69 5	NW. W 1	S 2	tr. Nb. Dft.	tr Dft Rg. u. Sch	Abrth 4
28	40 38	66 9	S. SO 2	ssw 2	tr. Nb. strk Dft.	tr. Nb. Dft.	
29	39 72	67 0	SW 2	SW 2	tr. Nb.	tr. strk Nb.	
30	40 04	66 7	NW. SW 2	ssw 2	sch. Nb. Abr.	ht.	
31	0 55	71 0	ssw. SW 2	ssw 2	sch. Nb. Mg. u. Abr	tr.	
Me	335 136	68, 93	süd -	westl.	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155		

Zeit		Hygrometer
		68°, 10
		m — 2, 65
		m — 1, 49
8	m + 0''',	m + 1, 76
12	m	m + 0, 02
2	m — 0,	m — 3, 96
6	m + 0,	m + 20, 98
10	m + 0,	m — 19, 84
		18, 00

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Januar:

31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	335''',077	+ 0°,85	228 F., 282
dav. sind 4 bei nördl. Wd	m — 2, 446	m — 1, 37	m + 177,774
8 bei östlich. -	m — 4, 529	m — 0, 60	m + 334 350
13 bei südl. -	m + 0, 286	m + 0, 68	m — 430,098
6 bei westl. -	m + 5, 385	m + 0, 50	m — 63,927

Erklärung , Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. windig od Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

dann dicht bed.; von 11 bis 12 Schnee und von 1 ab unter-
d Nachts fein, Regen. Am 17. wolkige starke Bed. mit schar-
ge vor dem Winde; sie dauert bis Nchmitt. des 18. dann, Abds,
Str. die sich zum Horiz. senken. Die Nacht heiter. Der Volle
6' Morg. folglich bei trüber und ruhiger Witterung.

1. Am 19. gleiche Bed. nur früh ein mrgroth. Streif am Horiz.
Duft. Am 20. dichter Nbl und Duft, weichen erst Mittags dann
olk. Bed. und später grosse Cirr. Str. Massen, die oben heitere
Am 21. Tags gleich bed. Abds wie gestern, früh etwas Regen
Duft. Am 22. bis Mttgs gleiche Bed. dann Theilung in grosse
verwaschene Cirr. Str., Abds wieder bed., Nbl und Duft und
Heute der Mond in seiner Erdferne. Am 23. stark bed. Nbl und
J. etwas und von Abds 6 U. gel. Regen, der Nachts mit Schnee
24. früh und Abds gleiche Bed., Mittgs formiren sich grosse
die selten einige lichtere Stellen haben. Am 25. früh wolken-
klar, kurz nach 8 dicht bed. und von 9 bis 12 feiner Schnee,
ed., modifizirt sich Mittgs in Cirr. Str. die einige Stellen heiter
ber stellt die Decke sich wieder her. Von 8 U. ab und Nachts
e. Das letzte Monds-Viertel um 11 U. 81' Vormtt., scheint
Aufhellung mit sich zu bringen.

1. Am 27. 28 u. 29. stets gleich und stark bed., Nbl und Duft,
27. Regen und Schnee. Am 30. gleiche Bed. die früh vorhan-
ttags sich auf wo noch etwas Cirrus übrig geblieben, dann, auch
it etwas Nbl. Am 31. bis Abds heiter, gering Nbl, um 5 U.
und hierauf gleichförmig und dicht bedeckt.

Monats: Bei selten heiterm, fast stets stark bedecktem Him-
mäfsigen Winden einigen Rückstand vom harten December ab-
gelind; wenig Schnee, stark Duft und Nebel. Höchst bedeu-
des Barometers, mehr noch als voriges Jahr, auszeichnend und
leutendem Temperatur-Wechsel, nebst constanter Höhe, auf-

Taf. III

Fig. 1

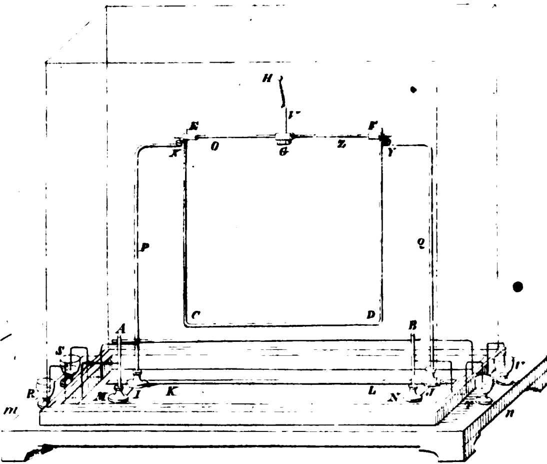


Fig. 2

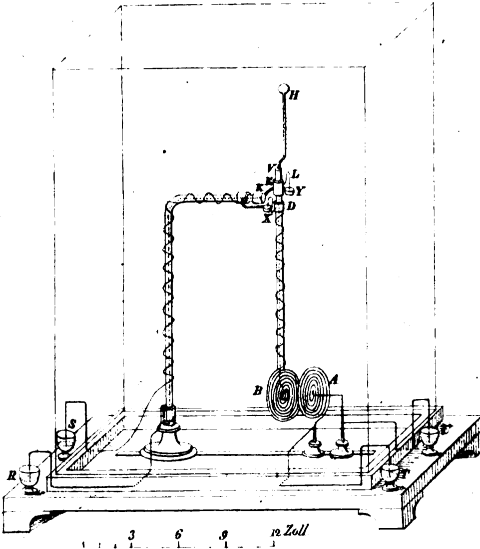
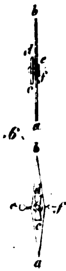
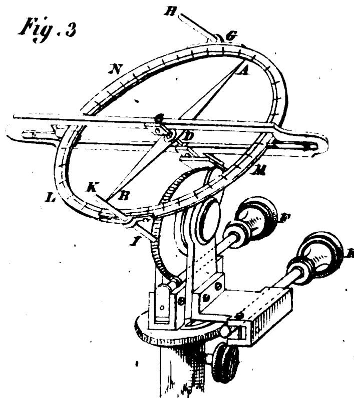


Fig. 6.



Taf. IV

Fig. 3



Maasstab zu Fig. 3 — 5 Zoll

Fig. 4

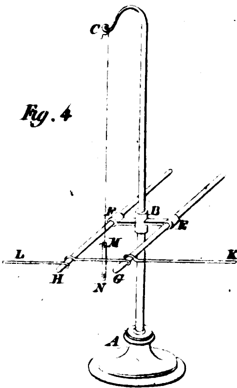
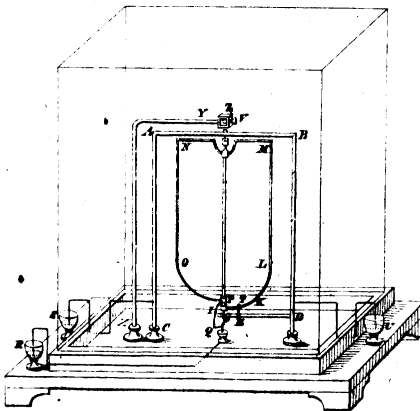


Fig. 5



Maasstab zu Fig. 4 u. 5 — 1 Fuss

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1821, DRITTES STÜCK.

I.

Ueber die gegenseitigen Wirkungen, welche auf einander ausüben zwei electrische Ströme, ein electrischer Strom und ein Magnet oder die Erdkugel, und zwei Magnete;

von

Ampere, Mitgl. d. Akad. d. Wiss. in Paris.

Frei bearbeitet von Gilbert.

Zweite Hälfte.

(vorgelesf. in der Paris. Akad. den 9 Oct., 30 Oct. und 6 Nov.)

Der Leser wird sich aus dem vorhergehenden Stücke erinnern, daſs Hr. Ampère in der ersten Hälfte dieser Abhandlung seine Entdeckung einer bisher noch unbekannten Eigenschaft der Electricität in dem Zustande, wie sie in dem geschlossenen galvanisch-electrischen Kreise thätig ist, bekannt gemacht, und durch scharfsinnig erdachte Versuche mittelst sehr feiner Apparate, wie es mir scheint bündig dargethan hat, daſs ungeachtet solche sogenannte strömende Electricität in Electrometern keine Spannung bewirkt, doch zwei *electrische Ströme*, (ein Kunstausdruck, worunter der Zustand der

Electricität in dem geschlossenen galvanisch-electrischen Kreise zu verstehen ist, auch wenn er von einem einfachen Strömen der Electricität nach Franklinisch-Voltaischen Ansichten etwas wesentlich Verschiedenes seyn sollte,) je nachdem sie nach einerlei oder nach entgegengesetzter Richtung neben einander hinfliessen, sich aus der Ferne her anziehen oder abstossen. Ueberdem hat er in der ersten Hälfte nachzuweisen gesucht, dass die bisher übersehenen zuerst von Hrn Oersted aufgefundenen Erscheinungen, welche solche strömende Electricität in der Magnetnadel, und umgekehrt der Magnet in den Leitern solcher electrischen Ströme hervorbringen, und nicht minder die bekannten Erscheinungen bei der Einwirkung zweier Magnete auf einander, insgesammt so vorgehen, als wenn um die Axe eines jeden Magnets electrische, einander parallele Ströme nach einerlei Sinn, in senkrecht auf seiner Axe stehenden Ebenen umherkreisten. Um den Beweis zu vollenden, dass in dem Magnete wirklich nichts anders als solche strömende Electricität thätig sey, kam es nun noch darauf an, durch blosse electrische Ströme den Magnet dieser Vorstellung entsprechend darzustellen, und insbesondere zu zeigen, dass auch diese Ströme den magnetischen Einflüssen der Erde folgsam sind, und bei möglichst leichter Beweglichkeit ihres Leiters die Erscheinungen der magnetischen Abweichung und Neigung darstellen. Dieses ist der Gegenstand dieser zweiten Hälfte der Abhandlung, welche mir alle Aufmerksamkeit selbst dann zu verdienen scheint, wenn man ein Strömen der Electricität in der geschlossnen galvanisch-electrischen Kette leugnen, und somit dem Beweise seine bindende Kraft benehmen sollte.

Gilbert.

Abschnitt 4. *Nachbildung eines Magnets durch electrische Ströme, und Berechnung.*

8.

Die Untersuchung der gegenseitigen Wirkungen, welche ein electrischer Strom und ein Magnet auf einander ausüben, verglichen mit der zweier electrischer Ströme auf einander, hatte uns überzeugt, dass in jedem Punkte der Oberfläche eines Magnets ein electrischer Strom vorhanden ist, der in einer Ebne fliesst, welche auf der Axe des Magnets senkrecht steht. Eine blosse Zusammenstellung der Thatsachen ist hinreichend, keinen Zweifel übrig zu lassen, dass nicht wirklich solche electrische Ströme um die Axe des Magnets vorhanden sind, oder vielmehr, dass nicht die Magnetisirung lediglich darin bestehe, dass man den Theilchen des Stahls die Eigenschaft ertheilt, in der Richtung der eben angegebenen Ströme dieselbe electromotorische Wirksamkeit zu erzeugen, welche wir nicht blos in der Voltaischen Säule, sondern auch in dem Zinkspath, in dem erhitzten Turmalin, und selbst in einer aus gefeuchteter Pappe und einem einzigen Metall zusammengesetzten Säule wahrnehmen, wenn in ihren gegenüberstehenden Enden zwei verschiedene Temperaturen Statt finden. Dabei hat aber der Magnet das Eigenthümliche, dass sich in ihm diese electromotorische Wirksamkeit zwischen den Theilchen eines uud desselben Körpers, der ein guter electrischer Leiter ist, entwickelt, und dass daher diese Wirksamkeit nie irgend eine Spur von electrischer Spannung, sondern blos einen stetigen electrischen Strom hervor-

zubringen vermag, wie er Statt finden würde in einer Voltaischen Säule, die in sich selbst als Ring oder als eine andere geschlossene Kurve zurück kehrte. Eine solche Säule kann in keiner Stelle ihrer Oberfläche weder eine Spannung, noch die gewöhnlichen electrischen Anziehungen und Abstofsungen, noch chemische Wirkungen äufsern; dagegen wirkt der in ihr umherkreisende electrische Strom auf einen andern electrischen Strom ablenkend, und anziehend oder abstofsend, und eben so auf einen Magnet; denn auch dieser ist, nach meiner Vorstellung, nichts anderes als eine Vereinigung von electrischen Strömen solcher Art. Wir sind so in dem Vorhergehenden zu dem unerwarteten Resultate gelangt, dafs die Erscheinungen des Magnets einzig und allein von der Electricität hervorgebracht werden, und dafs die beiden Pole eines Magnets von einander in gar nichts weiter verschieden sind, als dafs sie in Beziehung der electrischen Ströme, aus denen der Magnet besteht, entgegengesetzt liegen, der Südpol nämlich (das heifst derjenige, der sich in der Magnetnadel nach Norden richtet) *rechts* von diesen Strömen, und der Nordpol, der sich nach Süden dreht, *links* von denselben *). Diese Art den Magnet sich vorzustellen, bringt alle Erscheinungen desselben auf die electrischen Ströme zurück, über deren gegenseitige Wirkung ich seit dem

*) Wenn man sich nämlich in der Richtung, in der diese Ströme fliefsen, denkt, das Gesicht von der Achse abwärts gekehrt, indem für einen aufserhalb der Magnetnadel befindlichen Strom, in welchen man sich mit dem Gesichte nach dem Magnete zugewendet denkt, der Ampèr'sche Südpol links ist. *Gilb.*

Druck des ersten Theils dieser Abhandlung neue Resultate erhalten, und der Akademie am 9 October und 6 November mitgetheilt habe, daher ich jetzt wieder auf diese Ströme und ihre Wirkungen zurück komme.

Diese Art wie ich mir den Magnet denke, als bestehend aus einer Menge electrischer Ströme, welche in Ebenen, die auf der geraden Linie durch seine beiden Pole senkrecht stehen, und um diese Axe des Magnets fliefsen, — hat mich veranlafst zu versuchen, ob sich nicht die Wirkungen des Magnets sollten nachahmen lassen mittelst schraubenförmig gewundener Leiter, in denen, wenn ein electrischer Strom längs ihnen hinfliefst, jeder einzelne Schraubengang einem electrischen Strom ungefähr nach der Anordnung darstellen würde, wie sie die electrischen Ströme in einem Magnete haben. Dabei werde, glaubte ich anfangs, der Umstand nicht von störendem Einflusse seyn, dafs die Schraubengänge schief gegen die Axe stehen, wenn man ihnen nur eine recht kleine Höhe gebe. Allein je niedriger man sie macht, desto mehr mufs man der Schraubengänge nehmen, und aus diesem Grunde mufs, wie ich in der Folge fand, die Wirkung dieses Schiefstehens immer dieselbe bleiben, wie niedrig man auch die Gänge macht.

Ich hatte in dem Aufsatze, den ich in der Akademie am 18 September vorlas, meine Absicht angekündigt, Messingdrähte schraubenförmig winden zu lassen, um mit ihnen alle Wirkungen des Magnets nachzuahmen, sowohl eines gewöhnlichen Magnets, als auch einer Magnetnadel, und zwar letztere mittelst eines um eine Glasröhre schraubenförmig gewundenen Messingdrahtes, der sammt der Röhre nach Art der Mag-

netnadel auf einer feinen Spitze im Gleichgewichte schwebt; eine Aufhängung, welche ich, wie wir sehen werden, in der Folge mit einer andern vertauschte. Ich erwartete, daſs [wenn man durch einen so eingerichteten schraubenförmigen Draht einen electrischen Strom leite] die Enden desselben nicht blos von einem Magnetstabe gerade so würden angezogen und abgestoſsen werden, als die Pole einer Magnetnadel, sondern daſs auch die Einwirkung des Erdkörpers sie in die magnetische Abweichungslinie drehen würde. Das erstere gelang vollkommen mittelst der in Fig. 7 Taf. V abgebildeten Vorrichtung. Aber für die richtende Kraft des Erdkörpers hatte der Apparat nicht genug Beweglichkeit, und diese Kraft wirkte an einem zu kurzen Hebelarm. Ich kam damit erst einige Zeit nachher zu Stande, mit Hülfe der in dem folgenden Abschnitt zu beschreibenden Apparate.

Der Messingdraht, aus welchem der schraubenförmige Leiter besteht, den ich zu jenem Versuche einrichten lieſs, ist um die beiden Glasröhren *ACD*, *BEF* (Fig. 7) gewunden, und seine beiden Enden sind, das eine durch die erstere, das andere durch die zweite Glasröhre hindurch geführt, kommen bei *D* und *F* heraus, und gehen, das erstere *DG* lothrecht herab in das Quecksilber des darunter stehenden Bechers *M*, das andre lothrecht aufwärts und mittelst zweier rechtwinklicher Kniee in das Quecksilber des Gefäſses *N* herab, welches auf dem Träger *POR* steht. Beide Drähte endigen sich mit Stahlspitzen, und diese gehen in das Quecksilber, es steht aber blos die obere Spitze auf dem Boden ihres Bechers *N* auf. Das Quecksilber in den beiden Bechern wird mit den entgegengesetzten

Enden einer Voltaischen Säule in leitende Verbindung gesetzt. Es ist kaum nöthig zu bemerken, das dasjenige Ende dieser aus dem electrischen schraubenförmigen Messingdraht gebildeten Nadel, welches zur *rechten* Hand der electrischen Ströme liegt, (wenn man sich in ihre Richtung denkt), in Beziehung auf einen Magnetstab die Erscheinungen darstellt, welche uns der Südpol (gewöhnliche Nordpol) einer gewöhnlichen Magnetnadel zeigt, und das *links* liegende Ende die Erscheinungen des Nordpols (gewöhnliche Südpol).

Ich liess mir darauf einen Apparat machen, ganz wie den in Fig. 1 abgebildeten, nur dass er statt des festen und des beweglichen geradlinigen Leiters, zwei um Glasröhren schraubenförmig gewundene Messingdrähte hatte, deren Enden ohne durch die Glasröhren zurück zu gehen, in zwei Becher mit Quecksilber geführt waren, mittelst deren sie sich mit den entgegengesetzten Enden einer Voltaischen Säule eben so wie die geradlinigen Leiter jenes Apparates verbinden liessen. Bei den Versuchen, die ich mit diesem Instrumente machte, entdeckte ich eine neue Thatsache, von der es mir anfangs schien, sie stimme nicht überein mit den andern Erscheinungen gegenseitiger Wirkung zweier electrischer Ströme, oder eines electrischen Stromes und eines Magnets, die ich bis dahin beobachtet hatte. Seitdem habe ich mich indess überzeugt, dass in ihr nichts dem Ganzen dieser Erscheinungen Widersprechendes ist, dass man aber, um sie zu erklären, als allgemeines Gesetz der gegenseitigen Wirkung zweier electrischer Ströme auf einander, ein Princip annehmen müsse, das ich bis jetzt zwar nur für

electrische Ströme, die durch schraubenförmig gewundene Drähte fliessen, dargethan habe, das ich aber für allgemein gültig halte für alle unendlich kleinen Theile, aus denen man jeden electrischen Strom gleichsam zusammengesetzt denken muss, wenn man die Wirkungen desselben berechnen will, gleichviel ob er in einer geraden oder in einer krummeu Linie fliesse.

Dieses *Gesetz* lautet: „Jedes kleinste Theilchen eines electrischen Stroms übt in jeder Richtung auf einen andern electrischen Strom oder auf einen Magnet eine Anziehung oder Abstossung aus, die derjenigen gleich ist, welche, wenn man sich die Kraft in zweien nach andern Richtungen zerlegt denkt, die beiden Seitenkräfte vereint nach derselben Richtung hin ausüben würden."

Man übersieht leicht, warum dieses in dem Fall, wenn der electrische Strom längs eines schraubenförmig gewundenen Drahtes fliesst, in Rücksicht der Wirkungen gilt, welche nach Richtungen parallel mit der Axe der Schraubengänge und in Ebenen senkrecht auf dieser Axe vor sich gehen. Denn es stehen dann die mittlere Kraft und diese beiden Seitenkräfte für jeden unendlich kleinen Bogen der Schraubenlinie zu einander in einerlei Verhältniss, und eben so die Wirkungen, welche durch die ihnen entsprechenden unendlich kleinen Theile des electrischen Stromes hervorgebracht

*) *La loi dont il s'agit consiste en ce que la petite portion de courant électrique, dirigée suivant la resultante, exerce, dans quelle direction que ce soit, sur un autre courant, ou sur un aimant, une action attractive ou repulsive égale à celle, qui résulterait, dans la même direction, de la réunion de deux portions de courans dirigées suivant les composantes.*

werden; und daraus folgt, daſs dieſes Verhältniſs auch zwiſchen den Integralen dieſer Wirkungen Statt haben muſs.

Gilt aber dieſes Geſetz für zwei Seitenkräfte und die aus ihnen entſpringende mittlere Kraft, ſo muſs es auch für drei, für vier, kurz für jede gröſsere Zahl von Kräften in Beziehung auf die aus ihnen entſpringende mittlere Kraft Gültigkeit haben, da man immer die mittlere Kraft wieder als Seitenkraft betrachten kann.

Und daraus folgt für die durch ſchraubenförmig gewundene Drähte flieſsenden electriſchen Ströme, daſs die durch jeden Schraubengang hervorgebrachte Wirkung aus zwei andern zuſammengeſetzt iſt; nämlich *erſtens* aus der eines parallel mit der Axe der Schraubenlinie flieſsenden electriſchen Stromes, deſſen Intenſität durch die Höhe der Schraubengänge dargeſtellt wird, und *zweitens* durch die eines kreisförmigen electriſchen Stromes, deſſen Intenſität die Kreislinie darſtellt, welche der Durchſchnitt iſt einer auf dieſer Axe ſenkrechten Ebene mit der Oberfläche des Cylinders in der die Schraubenlinie ſich denken läſst. Und da die Summe der Höhen aller Schraubengänge nach paralleler Richtung mit der Axe der Schraube, nothwendig dieſer Axe ſelbſt gleich iſt, ſo folgt hieraus noch, daſs auſser der Wirkung, welche die kreisförmigen Quer-Ströme, die ich mit denen des Magnets vergleiche, hervorbringen, überdem noch ein electriſcher ſchraubenförmig flieſsender Strom dieſelbe Wirkung, als ein Strom von gleicher Intenſität der längs der Axe der Schraube flieſst, hervorbringen muſs.

Führt man durch diese Axe den leitenden Draht, nachdem er die Schraubengänge gebildet hat, zurück, und schliefst ihn, um ihn von ihnen zu isoliren, in einer Glasröhre ein, die sich innerhalb der Schraubenlinie befindet, so hat der electrische Strom in diesem geradlinigen Theile des leitenden Drahtes eine entgegengesetzte Richtung als die parallel mit der Axe gerichtete Seitenkraft, welche beim Fliefsen desselben durch die Schraubengänge thätig ist, und wird daher dasjenige anziehen, was dieser abstöfst, und abstofsen was dieser anzieht. Diese beiden Wirkungen werden sich folglich aufheben, und es wird allein die Wirkung der kreisförmigen Quer-Strömungen übrig bleiben, welche vollkommen ähnlich der Wirkung des Magnets ist. Diese Einrichtung hatte ich dem in Fig. 7 auf Tafel V. abgebildeten Instrumente gegeben, ohne noch diesen Vortheil zu kennen, welchen sie gewährt; und das ist der Grund, warum mir dieses Instrument genau die Wirkungen eines Magnets zeigte. Schraubenförmige Drähte dagegen, durch deren Axe nicht ein geradliniger Theil des Leiters zurück ging, gaben mir überdem die Wirkungen eines geradlinigen der Axe der Schraubengänge gleichen Leiters; und da die Halbmesser der cylindrischen Oberflächen meiner Drahtschrauben ziemlich klein waren, so überwogen selbst in ihnen die Wirkungen nach der Länge die nach der Quer; eine Erscheinung, die mich in Verwunderung setzte, ehe ich die Ursach derselben aufgefunden hatte. Noch war ich mit Auffuchung derselben beschäftigt, und wollte durch neue Versuche alle Umstände dieser Erscheinung, die ich zuerst in der gegenseitigen Wirkung zweier schraubenförmig gewundenen Leiter, und dann

auch in der eines solchen Leiters auf eine Magnetnadel wahrgenommen hatte, studiren, als sie auch von Hrn Arago in diesem letztern Fall, bevor ich ihm etwas davon gesagt hatte, beobachtet wurde. Diese schraubenförmigen Drähte, in deren Axe der Draht in gerader Linie zurück geht, werden ein vortreffliches Hülfsmittel für experimentale Untersuchungen seyn, weil sie nicht blos, wenn man den Schraubengängen nur wenig Höhe giebt, dieselbe Art von Wirksamkeit als die Magnete äußern, sondern auch, wenn man die Schraubengänge sehr hoch macht, in ihnen einen Leiter hat, der selbst fast ohne Kraft ist *), und doch den electrischen Strom hin und her führt, so daß man nicht zu fürchten braucht, daß die in diesem Theile des Leiters befindlichen electrischen Ströme, die zu beobachtenden und zu messenden Wirkungen der andern Theile des Voltaischen Kreises stören möchten.

Die Erscheinungen des Magnets lassen sich auch mittelst eines wie in Fig. 8 Taf. V gewundenen, den electrischen Strom leitenden Drahtes genau nachahmen. In ihm findet zwischen allen Theilen nach der Richtung der Axe dieselbe Compensation statt als in den schraubenförmigen Drähten, die durch die Axe zurücklaufen. Der in der Glasröhre *BH* eingeschlossene Draht ist, wie man sieht, die Fortsetzung dessen, der die kreisförmigen Ringe *E*, *F*, *G* etc. bildet, und jeder dieser Ringe ist mit dem nächst folgenden durch einen kleinen Bogen einer Schraubenlinie verbunden, deren Schraubengänge eine große Höhe im Vergleich

*) *un conducteur à-peu-près adynamique.*

mit dem Halbmesser der cylindrischen Oberfläche haben, auf welcher sie sich beschrieben denken lassen. Da die Wirkungen dieser kleinen in der Figur mit den Buchstaben *M*, *N*, *O* etc. bezeichneten Schraubenbogen in der Richtung der Axe der Glasröhre, der Wirkung des Stückes *AB* des Leiters gleich und entgegengesetzt sind, beide sich also aufheben, so bleiben in diesem Apparate blos die Wirkungen in den auf der Axe der Glasröhre senkrechten Ebenen und die, welche die kleinen Bögen *M*, *N*, *O* etc. in ihnen äussern, übrig, welche letzteren aber so schwach sind, dass es so gut ist, als erhielte man in den mit diesem Apparate angestellten Versuchen blos die Wirkungen der Ringe *E*, *F*, *G*, u. s. f.

9.

Seit meinen ersten Versuchen über den Gegenstand dieser Abhandlung, bin ich bemüht gewesen das *Gesetz* aufzufinden, nach welchem sich die anziehende und die abstossende Wirkung, welche zwei electrische Ströme auf einander ausüben, zugleich mit ihrer Entfernung von einander und mit dem Winkel, der ihre gegenseitige Lage bestimmt, verändern. Ich war hinlänglich überzeugt, dass sich dieses Gesetz nicht aus der Erfahrung ableiten lasse, weil es nur für Theile des electrischen Stromes von unendlich kleiner Länge einen einfachen Ausdruck zulässt, und man mit solchen Theilen keine Versuche anstellen kann. Die Wirkungen, welche sich messen lassen, gehören alle zu unendlich vielen solchen unendlich kleinen Elementen und sind die Summen ihrer einzelnen Wirkungen; und diese Summen lassen sich nur durch zwei

Integrationen finden, von denen die eine für die ganze Ausdehnung des einen electrischen Stroms in Beziehung auf einen Punkt des andern, und die zweite mit dem Resultate dieser ersten Integrirung, innerhalb der durch die Gränzen des erstern Stroms gegebenen Gränzen, für die ganze Ausdehnung des zweiten gemacht werden muss. Das Resultat dieser zweiten Integration, innerhalb der durch die Enden des zweiten Stroms gegebenen Gränzen genommen, ist es allein, was sich mit dem vergleichen lässt, was die Erfahrung uns giebt. Daraus folgt aber, wie ich in meiner am 9 October in der Akademie vorgelesenen Abhandlung bemerkte, dass diese Integrationen das Erste sind, womit man sich beschäftigen muss, wenn man die gegenseitige Wirkung zweier electrischer Ströme, geradliniger oder krummliniger, von gegebener Länge auf einander bestimmen will, oder die Wirkung eines electrischen Stroms auf einen Magnet, oder zweier Magnete auf einander, in so fern man den Magnet als ein System vieler electrischer Ströme von der angegebenen Anordnung betrachtet.

Einem schönen Versuche zu Folge, welchen Hr. Biot zur Vergleichung der Wirkungen angestellt hat, die der Erdkörper in zwei Magnetstäben von gleicher Größe und Gestalt, die durch einerlei Verfahren magnetisirt, der eine aber hohl, der andere massiv waren, hervorbringt, muss man annehmen, dass die in den Ebenen senkrecht auf der Axe des Magnets befindlichen Ströme von einerlei Intensität sind, weil aus diesem Versuche hervorging, dass die bewegende Kraft der Masse proportional war, und dass folglich die Ursache, von der sie herrührte, mit einerlei Intensität

auf alle Theilchen eines auf der Axe senkrechten Querschnitts wirkte. Dabei variirt aber die Intensität von Querschnitt zu Querschnitt, nach ihrem Abstande von den Polen. Hat der Magnet eine durch Umdrehen um die gerade Linie durch seine beide Pole zu erzeugende Gestalt, so müssen überdem alle Ströme desselben Querschnitts Kreise seyn, und dann lassen sich die Berechnungen vereinfachen *). Man berechne nämlich

*) Da bei der dunkeln Kürze des Ausdrucks es möglich wäre, daſs ich einiges anders verstanden hätte als der Verf. es meinte, so setze ich hier die ganze Methode der Berechnung zugleich in der Ursprache her: „*Ce qui donne un moyen pour simplifier les calculs relatifs aux aimans de cette forme, en calculant d'abord l'action d'une portion infiniment petite d'un courant électrique sur un assemblage de courans circulaires concentriques, occupant tout l'espace renfermé dans la surface d'un circle, de manière que les intensités, qu'on leur attribue dans le calcul, soient proportionnelles à la distance infiniment petite de deux courans consécutifs mesurée sur un rayon, puisque sans cela le résultat de l'intégration dépendrait du nombre des parties infiniment petites dans lesquelles on aurait divisé ce rayon par les circonferences, qui représentent les courans; ce qui est absurde. Comme un courant circulaire est attiré dans la partie, où il a lieu, dans la direction du courant qui agit sur lui, et repoussé dans la partie où il a lieu en sens contraire, l'action sur une surface de cercle perpendiculaire à l'axe de l'aimant consistera en une résultante égale à la différence entre les attractions et répulsions décomposées parallèlement à cette résultante, et un couple résultant que les attractions et répulsions tendront également à produire. On en trouvera la valeur par des intégrations relatives aux rayons des courans circulaires, qui devront être prises depuis zero jusqu'au rayon de la surface quand l'aimant est plein, et entre les rayons des surfaces intérieure et exterieure, quand c'est un cylindre creux. Il faudra multiplier alors le résultat de*

erst die Wirkung eines unendlich kleinen Theils eines electrischen Stroms auf eine Menge kreisförmiger concentrischer Ströme, die den ganzen Raum einer Kreisfläche einnehmen, und deren Intensitäten man bei der Berechnung der unendlich kleinen Entfernung zweier einander folgender Ströme, gemessen auf einem Halbmesser, gleich setzt, weil ohnedem das Resultat der Integration abhängen würde von der Zahl der unendlich kleinen Theilchen, welche die die Ströme repräsentirenden Kreisumfänge auf diesem Halbmesser abschnitten, und dieses wäre ungereimt. Da, wenn ein electrischer Strom auf einen kreisförmigen Strom wirkt, dieser an der Stelle, wo beide einerlei Richtung haben, angezogen, wo sie entgegengesetzt fliessen, abgestoſsen wird, so besteht die Wirkung, welche er auf einen auf der Axe des Magnets senkrechten Kreisschnitt ausübt, aus einer mittlern Wirkung, welche der Differenz unter den Anziehungen und Abstoſsungen, die ihr

cette operation: 1° par l'épaisseur infiniment petite de la tranche et par l'intensité commune des courans dont elle est composée; 2° par l'intensité et la longueur d'une portion infiniment petite du courant électrique qu'on suppose agir sur elle; et on aura ainsi les valeurs de la résultante et du couple résultant dont se compose l'action élémentaire entre une tranche circulaire ou en forme de couronne, et une portion infiniment petite de ce courant. Au moyen de cette valeur, s'il s'agit de l'action mutuelle d'un aimant et d'un courant, soit rectiligne d'une longueur finie, soit curviligne, il n'y aura plus, pour en trouver l'action mutuelle, qu'à exécuter les intégrations qu'exigera le calcul de la résultante et du couple résultant de toutes les actions élémentaires entre chaque tranche de l'aimant et chaque portion infiniment petite du courant électrique.

parallel zerfällt worden, und einer zweiten mittleren Wirkung, welche diese Anziehungen und Abstossungen ebenfalls hervorzubringen streben. Man findet ihren Werth durch Integrationen in Beziehung auf die Halbmesser der kreisförmigen Ströme, welche von 0 bis zur Oberfläche zu nehmen sind, wenn der Magnet voll ist, dagegen von der inneren bis zur äusseren Oberfläche, wenn er ein hohler Cylinder ist. Multiplicirt man dann dieses Resultat *erstens* mit der unendlich kleinen Dicke des Kreisschnitts und mit der gemeinschaftlichen Intensität der Ströme, aus denen er besteht, und *zweitens* mit der Intensität und der Länge eines unendlichen kleinen Theils des auf diesen Kreisschnitt wirkenden electrischen Stromes, so hat man die Werthe der beiden mittleren Wirkungen, aus denen die elementare Wirkungen zwischen einem kreis- oder einem ring-förmigen Schnitt des Magnets

Mais s'il s'agit de l'action mutuelle de deux aimans cylindriques, creux ou solides, il faudra d'abord reprendre la valeur de celle d'une tranche circulaire ou en forme de couronne, et d'une portion infiniment petite de courant électrique, pour en conclure, par deux intégrations, l'action mutuelle entre cette tranche et une tranche semblable, en considérant celle-ci comme composée de courans circulaires, disposés comme dans la première. On aura ainsi la résultante et le couple résultant de l'action mutuelle de deux tranches infiniment minces, et par de nouvelles intégrations on obtiendra les mêmes choses relativement à celle de deux aimans compris sous des surfaces de révolution, après toute fois qu'on aura determiné par la comparaison des résultats du calcul et de ceux de l'expérience, suivant quelle fonction de la distance de chaque tranche à un des poles de l'aimant, varie l'intensité des courans électriques de cette tranche.

und einen unendlich kleinen Theil eines electrischen Stromes zusammen gesetzt ist. Man braucht dann nur die Integrationen auszuführen, so hat man die Summe aller gegenseitigen elementaren Wirkungen zwischen jedem Querschnitt des Magnets und jedem unendlich kleinen Theilchen des electrischen Stromes, nach den beiden mittleren Richtungen, und mithin die gegenseitige Wirkung zwischen dem Magnete und einem gerade- oder krumm-linigen electrischen Strome von einer gegebenen Länge. Für die gegenseitige Wirkung, welche zwei Magnete von der gegebenen Gestalt auf einander ausüben, muss man auf ähnliche Art die beiden mittleren Wirkungen zweier kreis- oder ringförmigen Querschnitte derselben auf einander berechnen, und dann integriren, nachdem man jedoch zuvor durch Rechnung und Versuche bestimmt hat, nach welcher Function des Abstands der Querschnitte von einem der Pole des Magnets die Intensität der electrischen Ströme in diesem Querschnitt sich verändert.

Ich habe diese Berechnungen, so fern sie die gegenseitige Wirkung eines Magnets und eines electrischen Stromes, und die gegenseitige Wirkung zweier Magnete betreffen, noch nicht ausgeführt, sondern blos die gegenseitige Wirkung zweier geradliniger electrischer Ströme von endlicher Grösse unter derjenigen Hypothese durch Rechnung bestimmt, welche den von mir beobachteten Erscheinungen und den allgemeinen Resultaten der Erfahrung, in Beziehung auf den Werth der Anziehung zwischen zwei unendlich kleinen Theilen electrischer Ströme, am besten entspricht. Ich hatte zwar die Absicht meine Formel und ihre verschiede-

nen Anwendungen nicht eher bekannt zu machen, als wenn ich sie mit Versuchen, bei denen alles ganz genau gemessen ist, würde vergleichen können; nach Erwägung aller Umstände der Erscheinungen halte ich indess die Hypothese für so wahrscheinlich, dass ich in einem der folgenden Abschnitte einen kleinen Abriss der Sache geben will. Ich bemerke hier nur noch, dass die Voraussetzung, welche man bei den beiden ersten Berechnungen macht, in den electrischen Strömen des Magnets werde durch die Gegenwart eines andern electrischen Stroms oder eines andern Magnets nichts geändert, bei weichem Eisen falsch ist, bei gehärtetem Stahl aber erlaubt zu seyn scheint. Denn da gehärteter Stahl die Modificationen beibehält, welche man in ihm durch Magnetisiren, es sey wie in des Hrn Arago's Versuchen durch einen electrischen Strom, oder auf die gewöhnliche Weise, hervorbringt; so scheint, dass auch während des Einwirkens eines andern Magnets oder eines electrischen Stroms auf einen Magnet aus gehärtetem Stahl, weder die Richtung noch die Intensität der Ströme, aus denen er besteht, verändert werden können, denn es müssten sonst diese Veränderungen fortdauern, wenn die Einwirkung aufhört.

Um die Messungen, deren ich bedurfte, mit aller Genauigkeit zu machen, hatte ich einen Apparat einrichten lassen, welchen ich den HH. Biot und Gay-Lussac am 17 Oct. vorgewiesen habe. Er unterschied sich von dem in Fig. 1 abgebildeten blos darin, dass er statt des festen einen an einem Kreise angebrachten Leiter enthielt, und dieser Kreis sich um eine horizontale Axe drehte, die mittelst einer eingetheilten Rolle, (*poulie de renvoi*) die den Winkel der beiden

electrischen Ströme nachwies, auf der Richtung des beweglichen Leiters stets senkrecht erhalten wurde. Da ich indeſs das Instrument bald mit Beibehaltung dieser Einrichtung so veränderte, daſs es sich zu den genauen Messungen, die ich beabsichtigte, sehr viel besser eignete, so bilde ich hier nur diesen verbesserten Apparat ab. Doch nahm ich schon mittelst jenes zum ersten Male die Einwirkung des Erdkörpers auf die electrischen Ströme wahr, welche die gegenseitige Wirkung der beiden Leiter, die ich messen wollte, störte. Ich unterbrach daher damals diese Messung und liess die beiden Apparate machen, welche diese Wirkung des Erdkörpers in volles Licht setzen, und mittelst deren ich auch in electrischen Strömen die Bewegungen hervorgebracht habe, welche die horizontal schwebende Magnetnadel in die magnetische Abweichungslinie, und die Neigungsnadel in die Ebne des magnetischen Meridians bringen. Ich werde diese letzteren Instrumente, und die Versuche, welche ich mit ihnen angestellt habe, in dem folgenden Abschnitte so beschreiben, wie es in der Abhandlung geschehen ist, die ich am 30 October in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vorgelesen habe.

Hier wende ich mich wieder zu meinem verbesserten Apparate, welcher zum Messen der Wirkung zweier electrischer Ströme in beliebigen Lagen bestimmt ist, und den ich auf Taf. VI in Fig. 10 und 11 abgebildet habe *).

*) Da, der deutlichen Zeichnung dieses Apparats ungeachtet, der Leser Schwierigkeit finden dürfte sich nach dem Original die

[Der bewegliche Theil des einen Schlieſsungs-Drahtes, welchen Hr. Ampère den beweglichen Leiter nennt, befindet ſich unter dem Glaskaſten, und iſt an einem ſenkrecht herabhängenden Drahte *HH* frei ſchwebend aufgehängt; die Kraft, mit der die electriſchen Ströme, welche den feſten und den beweglichen Leiter durchflieſsen, auf einander einwirken, wird durch die Windungskraſt dieſes Drahtes, welche ihnen entgegen wirkt, gemeſſen.

Um die Kraft zu meſſen, mit welcher zwei electriſche Ströme, die durch geradlinige Leiter flieſsen, einander zu drehen ſtreben, (welches Rotations-Moment mit den Winkeln, welche die Ströme mit einander machen, ſich verändert), bedient ſich Hr. Ampère als beweglichen Leiters eines wie in Fig. 11 geſtalteten Drahtes *ABOCDEF*, welcher nach lothrechter ſowohl als nach horizontaler Richtung aus ganz gleichen Theilen beſteht, die von dem electriſchen Strome in entgegengeſetztem Sinne durchfloſſen werden. Auf dieſe entgegengeſetzten gleichen Ströme wirkt der Erd-Magnetismus auch entgegengeſetzt und gleich, ſeine Wirkungen heben ſich alſo auf, und es iſt ſo gut, als wenn auf einem ſo geſtalteten Leiter der Erd-Magnetismus gar keinen Einfluſs hat. Das Ende *A* iſt mit einer ſtählernen Spitze *M*, das Ende *F* mit einer ganz gleichen ſtählernen Spitze *N* verſehen, die beide lothrecht übereinander ſind. An dieſem oberſten Ende wird der bewegliche Draht an den lothrechten Draht *HH* ſo ge-

Einrichtung und den Gebrauch zu verdeutlichen, ſo habe ich mir erlaubt in der umklammerten Stelle von Hrn Ampère's Darſtellung etwas abzugehen. *Gilb.*

hängt, daſs die beiden Spitzen in das Queckſilber der Stahlſchälchen *KL* (Fig. 10) herabreichen, ohne doch auf dem Boden aufzuſtehen, und dieſe Schälchen ſetzt man mit den beiden Enden einer Voltaiſchen Säule in leitende Verbindung. Setzt man dann dicht unter dem horizontalen Arm *CD* (Fig. 10) des hängenden Leiters einen feſten geradlinigen Leiter in den Glaskaſten, und führt durch ihn einen electriſchen Strom, ſo dreht dieſer den beweglichen Leiter, und die Gröſse des Drehungs-Winkels giebt die Gröſse der Kraft, womit dieſe Drehung geſchieht.

Der Apparat, wie ihn Fig. 10 darſtellt, iſt beſtimmt, die Gröſse der Anziehung oder Abſtoſsung zu meſſen, welche zwei geradlinige electriſche Ströme in gegebenen Entfernungen, und wenn ſie unter gegebenen Winkeln gegen einander geneigt ſind, auf einander ausüben. Auch hier beſteht der bewegliche Leiter wieder aus gleichen entgegengeſetzt liegenden Theilen *ABCd* und *abcDE*, damit die Einwirkung des Erd-Magnetismus auf ihn ſich aufhebe; hängt wie der vorige an dem Draht *HH*, deſſen Wirkung der Anziehung oder Abſtoſsung der beiden Ströme das Gleichgewicht halten ſoll, und taucht die beiden Stahl-Spitzen *A* und *E* in das Queckſilber der Schälchen *K* und *L* ohne den Boden derſelben zu berühren. Dieſe Schälchen können von Stahl oder Platin ſeyn. Die Drähte, auf welchen ſie ſtehen, gehen der eine, *XU*, im Innern der Glasröhre zu dem Queckſilber in dem nächſten Buchsbaum-Schälchen, der andre, *LY*, in hohen Windungen äuſserlich um die Glasröhre zu dem Queckſilber im zweiten Buchsbaum-Schälchen. Jenes wird mit dem einen Ende der Voltaiſchen Säule, die-

ſes durch den Draht *V* und das federnde Meſſingblech *T*, mit einem Drahtkreiſe am Umfang des eingetheilten Kreiſes, der den feſten Leiter *S′S RR′* trägt, in Verbindung geſetzt. Die Glasſäule geht in einer Nuthe, läſst ſich alſo in ihr verſchieben, und wird mit der Schraube *a* feſt geſtellt. Die Enden des feſten Leiters gehen um den eingetheilten Kreis herum, und hier drückt gegen den einen dieſer Drahtkreiſe das federnde Blech *T*, gegen den andern das ähnliche federnde Blech *ZI*, und *I* wird mit dem andern Ende der Voltaiſchen Säule verbunden. Der feſte Leiter befindet ſich auſserhalb des Glaskaſtens, und der in dem Theil *SR* deſſelben flieſsende electriſche Strom wirkt durch das Glas hindurch auf den electriſchen Strom, der durch den lothrechten Arm *BC* des beweglichen Leiters flieſst. Das Fuſsbrett *K′* des lothrechten eingetheilten Kreiſes des feſten Leiters läſst ſich auf dem horizontalen Brett, auf welchem es ſteht, vorwärts und rückwärts mittelſt der Stellſchraube *M* bewegen; dieſes Brett ſelbſt aber iſt heraufwärts und ſeitwärts verſchiebbar mittelſt des lothrechten Brettes *N*, an welchem es feſt ſitzt. Dieſes Brett hat eine lothrechte Nuthe, und das an dem Geſtell des Apparates unbeweglich befeſtigte lothrechte Brett *Q* eine wagrechte Nuthe; durch beide Spalten geht die Spindel der Preſsſchraube *Q*, mittelſt welcher man das horizontale Brett in jeder beliebigen Lage feſt ſtellen kann. Der eingetheilte Kreis läſst ſich mittelſt der Schnurräder *P*, *P* um die horizontale Axe drehen, welche ihn trägt, und dadurch wird zugleich der Arm *SR* in lothrechter Ebne gedreht, ſo daſs man ihn unter jedem beliebigen Win-

kel mit der Richtung des Armes *BC* des beweglichen Leiters stellen kann.]

Um die Anziehung und Abstoſsung zu messen, fährt Hr. Ampère fort, welche die beiden Leiter auf einander ausüben, wenn sie parallel in verschiedenen Entfernungen von einander sind, und die gerade Linie durch ihre Mitten (*qui en joint les milieux*) auf ihnen senkrecht steht, dreht man die lothrechte Axe, von welcher der Draht, der den beweglichen Leiter hält, herabhängt, in eine solche Lage, daſs der Arm *BC* dieses Leiters sich lothrecht über dem Nullpunkte des geradlinigen Maſsstabs *gh* befindet *); und das läſst sich dadurch leicht bewerkstelligen, daſs dieser Nullpunkt gerade unter der Schneide des am Ende des Maſsstabs stehenden lothrechten Messingplättchens *m* liegt. Der Zeiger *np*, welcher in *n* an dem Fuſsbrett des eingetheilten Kreises des festen Leiters befestigt ist, zeigt auf diesem Maſsstabe die Entfernung der Arme *BC* und *SR* der beiden Leiter von einander. Schlieſst man nun mittelst der Enden der beiden Leitungen den Kreis der Voltaischen Säule, so geht der Arm *BC* vor oder zurück, je nachdem der electrische Strom desselben von dem des Arms *SR* angezogen oder abgestoſsen wird; man führt ihn aber zu seiner anfänglichen Lage durch Drehen der Axe, an welcher der Draht *HH'* hängt, zurück. Die Zahl von Umläufen und von Theilen eines Umlaufs, welche der Zeiger *r* auf der an dieser Axe fest sitzenden eingetheilten Kreis-

*) Welcher Maſsstab zu dem Ende durch den Fuſsleisten in den Glaskasten selbst hinein gehen muſs, wie auch die Zeichnung andeutet. *Gilb.*

ſcheibe nachweiſt, giebt die Gröſse der Anziehung oder Abſtoſsung, welche die beiden electriſchen Ströme auf einander äuſserten, gemeſſen durch die Windungen des hängenden Drahtes.

Für Phyſiker iſt es kaum nöthig zu erinnern, daſs da die Intenſität der electriſchen Ströme ſich zugleich mit der Wirkſamkeit der Säule immerfort verändert, man zwiſchen je zwei Verſuchen für verſchiedene Entfernungen, oder für verſchiedene Richtungen des beweglichen Leiters, in denen die Linie durch die Mitten beider nicht aufhört auf ihnen ſenkrecht zu ſeyn, — einen Verſuch in einem conſtanten Abſtande mit parallelen Leitern anſtellen muſs, um durch Interpolation die wahre Intenſität der electriſchen Ströme bei jenen Verſuchen beſtimmen zu können. Will man aber die gegenſeitige von BC und SR auf einander für den Fall meſſen, wenn die Linie durch ihre beiden Mitten nicht ſenkrecht auf ihre Richtungen iſt, ſo muſs man die Schraube Q lüften, welche den eingetheilten Kreis des feſten Leiters an dem Apparate feſt hält, ihn in die erforderliche Lage bringen, in dieſer befeſtigen, und dann die in der vorigen Lage angeſtellten Verſuche bei denſelben Winkeln, aber kleinerm Abſtande beider Leiter in dieſer neuen Lage wiederholen, und dann für verſchiedene Abſtände; ſo hat man alles was nöthig iſt, um auf den Einfluſs dieſer verſchiedenen Umſtände auf die gegenſeitige Wirkung der beiden electriſchen Ströme ſchlieſsen zu können. Dann iſt nur noch übrig nachzuſehen, ob das Ganze dieſer Reſultate mit dem übereinſtimmt, was die Berechnung der Wirkung für alle dieſe Umſtände ergiebt, dem angenommenen Geſetze der Anziehung zwiſchen zwei

unendlich kleinen Theilen electrischer Ströme auf einander gemäfs *).

Abschnitt. 5. **Electrische Ströme werden durch den Erd-Magnetismus nach den magnetischen Weltgegenden gerichtet **).**

10.

Dafs es mir anfangs nicht gelingen wollte, den leitenden Draht eines electrischen Stroms durch die Wirkung des Erdkörpers in Bewegung kommen zu sehen, daran war vielleicht weniger die Schwierigkeit den Draht auf eine hinlänglich bewegliche Art zu unterstützen, als das Vorurtheil Schuld, es komme darauf an, den electrischen Strömen, an denen sich die Wirkung des Erdkörpers zeigen solle, eine derjenigen möglichst ähnliche Anordnung zu geben, welche sie im Magnete haben. Diese Idee hatte mich bei dem in Fig. 3 abgebildeten Instrumente, das ich in dieser Absicht ausführen liefs, allein geleitet, indefs ich vielmehr bei der Einrichtung desselben die Theorie hätte zu Rath ziehen sollen, welche die Erscheinungen des Magnets auf die der electrischen Ströme zurückführt. Daher kam es, dafs ich nicht auf den Umstand aufmerksam war, dafs der Südpol der Magnetnadel nur

*) Nach dem Berichte von den Verhandlungen in der Pariser Akademie *der Wissenschaften* während des Monats December, las Hr. Ampère in ihr vor: am 4 December „eine Abhandlung" und in jeder der beiden folgenden Sitzungen „eine Note über das mathematische Gesetz der electrischen Anziehungen und Abstofsungen." *Gilb.*

**) Was in diesem Abschnitt steht, habe ich in der kön. Akad. d. Wissensch. am 30 October vorgelesen. *Amp.*

auf eine indirecte Weiſe durch die Wirkung des Erdkörpers nach Norden und herabwärts, der Nordpol der Nadel dagegen nach Süden und heraufwärts gedreht wird, indeſs die unmittelbare Wirkung des Erdkörpers vielmehr dahin geht, die ſenkrecht auf der Axe des Magnets ſtehenden Ebenen, in welchen ſich die electriſchen Ströme befinden, die den Magnet ausmachen, ſo zu drehen, wie es die mittlere Richtung der Kräfte aller Theile des Erdkörpers mit ſich bringt, das heiſst alſo, an jedem Orte ſo zu drehen, daſs dieſe Ebenen einer auf der Neigungs-Nadel ſenkrechten Ebne parallel ſind. Dieſe Betrachtung zeigt uns, daſs nicht eine Linie, ſondern eine Ebene durch die Wirkung der Erde unmittelbar in eine beſtimmte Richtung gedreht wird; und daſs es folglich darauf ankömmt, die Anordnung der Electricität in dem Aequator der Magnetnadel nachzuahmen, welcher eine in ſich ſelbſt zurücklaufende krumme Linie iſt, und dann nachzuſehen, ob ein ſo angeordneter electriſcher Strom vermöge der Wirkung des Erdkörpers auf ihn, in eine Lage werde verſetzt werden, derjenigen parallel, in welcher die Erde den Aequator einer Magnetnadel zu bringen ſtrebt, das heiſst ſenkrecht auf die Richtung der Abweichungs- oder Neigungs-Nadel, und ob der electriſche Strom, den man auf dieſe Art zu richten verſucht, in dieſer Lage in demſelben Sinn flieſsen werde, in welchem die Ströme einer der Wirkung der Erde folgſamen Magnetnadel kreiſen. Je nachdem die Erſcheinungen der Abweichungs-Nadel oder die der Neigungs-Nadel auf dieſe Weiſe ſollen dargeſtellt werden, muſs die Ebne, in der der electriſche Strom flieſst, im *erſten* Fall lothrecht, wie der Aequa-

tor der horizontal schwebenden Nadel, und um eine durch seinen Schwerpunkt gehende lothrecht stehende Axe drehbar seyn; im *zweiten* Fall aber wie der Aequator der Neigungs-Nadel um eine in der Ebene dieses Aequators befindliche horizontale, auf den magnetischen Meridian senkrecht stehende Axe sich drehen.

Es schien mir, eine doppelte Spirale von Kupfer eigne sich sehr gut dazu, die electrischen Ströme des Aequators eines Magnets darzustellen. Ich machte daher den Versuch sie in die erste und dann auch in die zweite dieser Lagen zu bringen, und in der That fand sich, daſs wenn ich dann einen electrischen Strom durch den Apparat durchleitete, er sich genau so bewegte, wie es der Aequator einer Abweichungs-Nadel im ersten, und wie es der Aequator einer Neigungs-Nadel im zweiten Fall gethan haben würde. Dabei nahm ich aber dasselbe wahr, was sich in den Versuchen des Hrn Oersted zeigt, indem in ihnen zwar die richtende Kraft des electrischen Stromes, die Magnetnadel, auf die man ihn einwirken läſst, in eine rechtwinklige Lage gegen diesen Strom zu bringen strebt, man aber, wenn sich der Schlieſsungs-Draht in dem magnetischen Meridian befindet, nie eine Ablenkung von 90° wirklich erhält, weil sogleich die Wirkung des Erdkörpers mit eintritt, und daher die Nadel sich in die mittlere Richtung aus diesen beiden Kräften zur Ruhe setzt. In meinen Versuchen mit der doppelten Spirale wirkten der richtenden Kraft des Erdkörpers, im ersten Fall die Drehung des Fadens, an welchem das Instrument aufgehangen war, und im zweiten Fall die Schwere des Apparats entgegen, weil sich der Schwerpunkt nicht ganz

genau in die horizontale Linie bringen liefs, um welche die doppelte Spirale fich drehte.

Durch Vermehrung der Zahl der Schraubengänge, aus denen die doppelte Spirale befteht, kann die von der Kraft der Erde abhängende Wirkung nicht vergröfsert werden, denn die zu bewegende Maffe wird dann in eben dem Verhältniffe als die bewegende Kraft vergröfsert. Diefe Ueberlegung führte mich darauf, dafs fich diefelben Erfcheinungen des Richtens nach den Weltgegenden auf eine einfachere Weife würden erhalten laffen, wenn ich den Aequator der Magnetnadel durch einen einzigen in fich zurücklaufenden Strom darftellen, und mich zu dem Ende eines Kreifes aus Kupferdraht bedienen würde, der, wenn auch nicht ganz gefchloffen, doch nicht weiter offen fey, als es unumgänglich erfordert werde, um durch Verbinden feiner Enden mit den beiden Enden einer Voltaifchen Säule einen electrifchen Strom durch ihn hindurch leiten zu können. Zugleich überlegte ich, dafs die Geftalt des Umfangs gleichgültig fey, wenn nur alle Theile deffelben fich in einerlei Ebene befinden; denn es kommt darauf an eine Ebene zu drehen und zu richten.

Ich liefs diefen Ideen gemäfs nun zwei Apparate verfertigen, von denen der eine auf Taf. VI in Fig. 11 abgebildet ift. Der leitende Meffingdraht bildet einen Kreis *ABCD* von etwas mehr als 2 Decimeter ($7\frac{1}{2}$ Z.) Halbmeffer, und die Enden deffelben find, das Eine an die meffigne Faffung *E*, das andre an die meffigne Faffung *F* angelöthet, welche fich an den Enden der kleinen Glasröhre *Q* befinden, und jede mit einer ftählernen Spitze, *M*, *N*, verfehen find, welche in das

Queckſilber der beiden kleinen Platin-Schälchen *O*, *P* eintauchen, von denen allein die obere *N* bis auf den Boden des Schälchens herabgeht. Dieſe beiden Schälchen ſitzen an den meſſingnen Faſſungen *G* und *H* der zum Fuſs dienenden Glasſäule, feſt, durch die geradlinig der eine, und um die in weitläuftigen Windungen der andere Schlieſsungsdraht geht, ſo daſs die Wirkungen ihrer beiden Ströme nach Auſsen ſich faſt ganz neutraliſiren. Jener endigt ſich in dem Queckſilber der Schälchens *U*, dieſer des Schälchens *T*, mit welchen beim Schlieſsen die Voltaiſche Säule in Verbindung geſetzt wird. Unter den Glaskaſten, der dieſes Inſtrument gegen die Bewegungen der Luft ſchützt, ſtelle ich noch einen zweiten Kreis von Meſſingdraht, von einem etwas gröſseren Durchmeſſer als den vorigen, der an dem zweiten ganz ähnlichen Glasfuſse in der Lage unbeweglich hängt, welche die Figur zeigt, und auf dieſelbe Weiſe als der bewegliche Kreis mit dem Queckſilber der Buchsbaum-Schälchen *R* und *S* in leitende Verbindung ſteht. Will man die Einwirkung des Erdkörpers auf einen um eine lothrechte Axe beweglichen electriſchen Strom darſtellen, ſo verbindet man blos die beiden Becher *U* und *T* mit den Enden der Voltaiſchen Säule, und mit dieſem Fall haben wir es hier allein zu thun. Läſst man aber zugleich durch den feſten Kreis einen electriſchen Strom gehen, ſo zeigt dieſer Apparat die Wirkungen zweier electriſchen Kreisſtröme auf einander. In unſerm Fall dient der feſte Drahtkreis blos dazu, genau die Lage der auf dem magnetiſchen Meridian ſenkrechten Vertikalebne anzugeben, in welche der bewegliche Kreis durch die Einwirkung der Erde, wenn ein electriſcher Strom ihn durchflieſst, ge-

bracht werden ſoll. Man ſtellt daher zu Anfang des Verſuchs den feſten Kreis mittelſt einer Bouſſole in die gehörige Lage, und den beweglichen Kreis in irgend eine andre beliebige, zum Beiſpiel in den magnetiſchen Meridian ſelbſt. Schlieſst man dann die Kette, ſo kömmt der bewegliche Kreis, ſobald ein electriſcher Strom ihn durchflieſst, in Drehung, ſchwingt einige Mal um den feſten Kreis, und bleibt endlich unter demſelben ſtehen.

Nach welchem Sinn dieſes Drehen vor ſich geht, das hängt von der Richtung ab, in welcher der electriſche Strom durch den beweglichen Kreis flieſst. Will man es voraus beſtimmen, ſo denke man ſich eine gerade Linie, die durch den Mittelpunkt des beweglichen Kreiſes gehe, und auf der Ebene deſſelben ſenkrecht ſtehe. Befindet ſich der bewegliche Kreis unter dem feſten, ſo iſt dieſe Linie in dem magnetiſchen Meridian, und zwar ſo, daſs wenn man ſich den Strom auf irgend einen Punkt auſserhalb des Kreiſes *) wirkend denkt, das rechts von demſelben liegende Ende dieſer Linie, (und folglich das einem Beobachter, der ſich in den electriſchen Strom, das Geſicht nach der Linie im Mittelpunkte deſſelben gewendet, verſetzt denkt, links liegende Ende dieſer Linie), nach Norden zu gekehrt ſeyn würde; wodurch die Richtung beſtimmt iſt, in welche ſich der bewegliche Kreis dreht.

In dem zweiten Apparate, den man auf Taf. VI in Fig. 12 abgebildet ſieht, wird der Aequator der Neigungs-Nadel durch ein ungefähr 3 Decimeter (11 Zoll) breites, und 6 Decimeter (22 Zoll) langes Rechteck

*) In der Ebene deſſelben.

aus Messingdraht *ABCDEF* dargestellt, welches in *A* an einem, wie *HAK* gestalteten Stückchen Messingdraht gelöthet ist, das selbst an der Messing-Fassung *H* der Glasröhre *XY* fest sitzt, und mit einer kleinen stählernen Spitze versehen ist, die auf der glatten Fläche des umgebognen Randes (*le rebord taillé en biseau*) der kleinen Eisenplatte *N* aufliegt, auf welche man etwas Quecksilber mit dieser Axe in Berührung bringt. Der Messingdraht des Rechtecks geht von *F* durch die Glasröhre *XY* bis zu der Messingfassung *G* am andern Ende derselben, welche ebenfalls mit einer Stahlspitze versehen ist, die auf dem umgebogenen Rand einer kleinen Eisenplatte *M* aufliegt, wo man gleichfalls etwas Quecksilber hinbringen muss *). Die beiden metallnen Füsse *PQ* und *RS*, welche die beiden Eisenplättchen *M* und *N* tragen, werden mit dem Quecksilber in den beiden Buchsbaum-Schalen *T* und *U*, und dieses mit den beiden Enden der Voltaischen Säule leitend verbunden. Um zu verhindern, dass das lange Draht-Rechteck sich nicht biege, befindet sich noch in der Mitte der Glasröhre eine messingne Fassung *I*, an welche ein sehr

*) Das Zwischenbringen von Quecksilber zwischen je zwei verschiedenen, nicht an einander gelötheten Theilen der Leitung, ist in diesem Instrumente und in den andern von mir hier beschriebenen, zwar nicht unumgänglich nöthig, aber doch das beste mir bekannte Mittel, um des Glückens der Versuche sicher zu seyn. Zwei Mal hatte ich denselben Versuch vergebens angestellt, als ich aber bei nochmaligem Wiederholen derselben, durch ein Quecksilber-Kügelchen eine bessere Verbindung bewirkte, gelang er vollkommen. *Amp.*

dünnes und sehr leichtes hölzernes Trapez *Z V* befestiget ist, dessen Enden die Mitten der der Glasröhre parallelen Arme *B C* und *D E* des Draht-Rechtecks tragen.

Dieses sind die beiden Apparate, mit deren Hülfe ich, in häufig wiederholten Versuchen, die Erscheinungen der richtenden Einwirkung der Erde auf electrische Ströme, sehr viel vollständiger als mit der doppelten Spirale dargestellt habe. In dem *ersten* drehte sich der bewegliche kreisförmige Leiter, gerade so, wie ich es angegeben habe, und blieb nach einigen Schwingungen hin und her genau in der Lage stehen, welche ihm die Wirkung der Erde, der Theorie zu Folge, geben mußte. Bei den Versuchen mit dem *zweiten* Apparate setzte ich vor dem Schließen der Voltaischen Säule das Draht-Rechteck in Schwingungen, da es dann in eine Lage kam, in der fest bestehendes Gleichgewicht Statt fand. Beim Schließen der Säule verließs es diese Lage, um sich mehr oder weniger genau in diejenige zu versetzen, in welcher sich der Aequator einer Neigungs-Nadel in Ruhe befindet, und blieb in ihr nach einigen Schwingungen stehen, im Gleichgewichte zwischen der richtenden Kraft, welche die Erde auf dasselbe äußerte, und der Schwere, welche dann den Neigungs-Draht etwas bog, wodurch der Schwerpunkt des Leiters unter die horizontale Axe der Drehung herab kam. Sobald der Voltaische Kreis geöffnet wurde, kam das Draht-Rechteck zu seiner ersten Lage mehrentheils wieder zurück, und geschah das nicht genau, blieb es selbst einige Male ziemlich weit von derselben stehen, so ergaben alle Umstände des Versuchs, daß

daran ein Biegen des Drahtes und Verrücken des Schwerpunktes Schuld war, welches beim Oeffnen der Kette noch fortdauerte. In dieſen Fällen ſchloſs ich die Säule verkehrt als zuvor, um zu zeigen, daſs nicht der Strom der Säule an dieſer Wirkung Antheil habe, indem ſie dann immer noch in demſelben Sinne Statt hatte, indeſs der electriſche Strom im entgegengeſetzten Sinne als zuvor durch den Leiter floſs. Daſs die Bewegungen jedesmal in dem Sinne vor ſich gingen, in welchem der Aequator einer Neigungs-Nadel ſich bewegen würde, brauche ich kaum hinzu zu fügen. In allen Fällen drehte ſich das Ende einer auf der Ebene des Draht-Rechtecks ſenkrechten geraden Linie, welche ſich rechts von dem electriſchen Strome (und folglich von Jemand, der ſich in der Richtung des Stromes mit dem Geſichte nach der Axe der Drehung zu gewendet befände, links) befand, herabwärts, wie es der Südpol (Nordpol) eines Magnets thun würde, den dieſes Ende darſtellt.

Erklärung der Figuren
auf den vier zu dieſem Aufſatze gehörenden Kupfertafeln.

Taf. III Fig. 1 ſtellt die beiden Apparate vor, mittelſt deſſen Hr. Ampère nachweiſt, daſs wenn zwei einander parallele Schlieſsungsdrähte Voltaiſcher Säulen nicht weit von einander abſtehen, und der eine ſehr leicht drehbar iſt, er von dem andern angezogen wird, wenn die gleichartigen Electricitäten an derſelben Seite der parallelen Stücke eintreten, dagegen abgeſtoſsen wird, wenn die gleichartigen Electricitäten in den einen an der entgegengeſetzten Seite als in den andern eintreten; im Widerſpruch gewiſſer Maſſen mit dem gemeinen Verhalten electriſirter (d. h. eine electriſche Spannung äuſsernder) Körper.

Der Apparat Fig. 2 zeigt das nämliche für zwei spiralförmig gewundene Schliefsungs-Drähte, deren Spiralen zwei einander parallele Ebenen bilden.

Fig. 6 stellt die kleinen Magnetnadeln vorn und seitwärts vor, welche senkrecht auf die Drähte der Apparate Fig. 1 und Fig. 5 gesetzt, unter sich, oder mit geschlossenen Voltaischen Kreisen, dieselben Erscheinungen im Drehen der beweglichen Drähte, als die sogenannten electrischen Ströme hervorbringen.

Taf. IV Fig. 3 ist Hrn Ampère's *astatische*, d. h. durch fremde Einflüsse nicht gehemmte *Magnetnadel*, durch welche er die richtende Einwirkung electrischer Ströme zeigt.

Fig. 4 sein Apparat um die anziehende Einwirkung derselben einzeln nachzuweisen.

In dem Apparat Fig. 5 bewirken zwei electrische Ströme, oder ein electrischer Strom und ein Magnetstab, oder zwei Magnete, ein Drehen in dem beweglichen Draht-Leiter, dem Ampère'schen Gesetze für electrische Ströme und seiner Vorstellung von der electrischen Natur des Magnets entsprechend.

Taf. V Fig. 7 und Fig. 8 sind Nachahmungen von Magnetstäben durch electrische Ströme, Hrn Ampère's Vorstellungen von dem Magnete entsprechend; der Schliefsungsdraht leitet um die Glasröhre electrische Ströme, in Ebenen nahe senkrecht auf der Axe der Röhre, insgesammt nach einerlei Richtung, und nun wirkt ein Magnetstab auf sie, wie auf andre Magnetstäbe.

Der in Fig. 9 vorgestellte Apparat bildet durch electrische Ströme die Abweichungs-Nadel nach, und zeigt, dafs der Erd-Magnetismus einen kreisförmigen, um eine lothrechte Axe drehbaren Leiter eines electrischen Stromes in eine Richtung senkrecht auf den magnetischen Meridian dreht.

Taf. VI Fig. 10 ist das Instrument, womit Hr. Ampère die Gröfse der Wirkung, welche electrische Ströme auf einander unter verschiedenen Umständen ausüben, mifst; und dazu gehört Fig. 11.

Fig. 12 stellt endlich den Apparat vor, in welchem der Erd-Magnetismus in einem electrischen Strome die Erscheinungen der Neigungs-Nadel hervorbringt.

Gilbert.

II.

Ueber die wahre Beschaffenheit des magnetischen Zustandes des Schliessungs-Drahtes in der Voltaischen Säule;

von

J. J. Prechtl, Reg. R. u. Direct. d. polyt. Inst. in Wien.

1. Der Schliessungs-Draht der Voltaischen Kette oder Säule, dessen Magnetismus seit Oersted's Entdeckung ein Gegenstand der Untersuchungen der Physiker ist, zeigt nach den bisher darüber gepflogenen, und wohl nunmehr in dieser Hinsicht abgeschlossenen Untersuchungen, folgende Grund-Erscheinung. Man stelle sich vor, in der einfachen Kette geschehe eine electrische Strömung durch den Schliessungs-Draht in der Richtung vom Kupferpol zum Zinkpol, und bei der Voltaischen Säule erfolge diese Strömung vom Zinkpol zum Kupferpol: so erfolgt, wenn man eine Magnetnadel *über* den Schliessungs-Draht hält, eine Ablenkung ihres Nordpols rechts von der Richtung jener Strömung: hält man die Nadel *unter* den Schliessungs-Draht, so erfolgt jene Ablenkung des Nordpols links von der Richtung jener Strömung. Untersucht man zugleich die magnetischen Anziehungen an den Seiten des Drahtes, so findet sich, daſs auch diese, je nach der Lage ihrer Punkte, der Magnetnadel eine ähnliche Lage zu geben streben, oder daſs im Allge-

meinen, wenn mehrere frei bewegliche kleine Magnetnadeln der Wirkung dieſer Anziehungen folgten, ſie ſich nach einer und derſelben Richtung um die Peripherie dieſes Drahtes herum legen würden, wie Fig. (1) Taf. V für einen Querſchnitt des Schlieſsungs-Drahtes vorſtellt.

2. Herr Ampère, dem das Verdienſt zukömmt, mehrere hierher gehörige Thatſachen aufgefunden zu haben, (unter andern die wichtige Modification der magnetiſchen Wirkung des Schlieſsungs-Drahtes durch die Anwendung der ſchraubenförmigen Windungen), hat in ſeiner ausführlichen Abhandlung dieſe Erſcheinungen durch die Hypotheſe eines *electriſchen Stromes* zu erklären geſucht, dem die Eigenſchaft zukommt, den Nordpol rechts, den Südpol links von ſeiner Richtung zu ſetzen; und er hat auf dieſe Art eine (wie ſich ſpäterhin zeigen wird) complicirte, erſt ſelbſt einer weiteren Erklärung bedürftige Erſcheinung zum Erklärungsgrund der ganzen Reihe der magnetiſchen Erſcheinungen genommen. Ich werde in dieſem Aufſatze beweiſen, daſs die Annahme dieſer Strömungen unnöthig, und die daraus abgeleitete Erklärungsart unſtatthaft iſt; und daſs die Erklärung der Erſcheinungen des electriſchen Schlieſsungs-Drahtes keiner neuen Hypotheſen bedarf, ſondern ſich auf das Fundamentalgeſetz aller electriſchen und magnetiſchen Erſcheinungen, „daſs nämlich ungleichnamige Pole ſich anzuziehen, und gleichnamige ſich zurückzuſtoſsen ſcheinen," zurückführen laſſe *).

*) Es ſey mir erlaubt hierbei zu bemerken, daſs die Vorſtellung eines *electriſchen Stromes* in dem geſchloſſenen galvaniſch-

3. Als ich vor längerer Zeit in Gesellschaft der Herren Professoren Neumann und Dr. Scholz mit einer einfachen Kette, bestehend aus einer in einem schmalen kupfernen Gefäſse befindlichen Zinkplatte

electrischen Kreise Volta'n angehört, auf dessen Autorität Hr. Ampère sie annahm. Auch ich habe in meinem Aufsatze in St. 12 J. 1820, dessen Zweck es war, die Oersted'schen und die Genfer Aussagen zu prüfen, und meine Leser, in so weit es hier auf Anwendung der Voltaischen Theorie anzukommen schien, zu orientiren, auf dieser Vorstellung als der einfachsten gefuſst, um fürs Erste zu einem sichern Anhaltspunkte zuverläſsiger Thatsachen für die weitere Forschung, und zu einer allgemeinen, sie alle umfassenden Aussage zu gelangen. Daſs in der Theorie zweier electrischer Materien die Erklärung eine ganz andere werden müsse, ist dort unter (4) S. 342 erinnert werden. „Wie geht es zu, daſs ein electrischer Strom „die Magnetnadel dieser allgemeinen Aussage entsprechend aus „ihrer Richtung ablenkt?“ Dieses war die *zweite*, entfernter liegende Frage. In dem, was Hr. Ampère zur Beantwortung derselben gethan hat, besteht das Verdienstliche seiner Arbeit und das Eigenthümliche seiner Lehre, welche folgendermaſsen lautet: „Zwei electrische Ströme ziehen sich an oder stoſsen sich ab aus der Ferne, je nachdem sie nach einerlei oder nach entgegengesetzter Richtung flieſsen;“ und „Alle Erscheiuungen des gegenseitigen Einwirkens von electrischen Strömen, von Magnetnadeln, und von dem Erd-Magnetismus eines auf die andern lassen, sich genügend aus der Hypothese ableiten, daſs im Magnete die Axe desselben von solchen electrischen parallelen Strömen in Ebenen, welche senkrecht auf derselben stehen, umkreist wird.“ Wäre es gewiſs, daſs in dem Schlieſsungs-Drahte des galvanisch-electrischen Kreises ein einfaches Strömen der Electricität, wie Hr. Ampère es sich mit Volta dachte, wirklich Statt findet, so würden seine scharfsinnigen Untersuchungen wenig zu thun übrig lassen, und uns die Räthsel nicht blos dieser neuen Erscheinungen, sondern

von 27 Zoll im Gevierten *), die Oersted'schen Versuche wiederholte, und dabei den Schliessungs-Draht mit einer kleinen Magnetnadel von ¾ Zoll Länge untersuchte, fiel mir sogleich bei, dass dieses von der gewöhnlichen Wirkungsart eines magnetisirten Drahtes abweichende Verhalten des Schliessungs-Drahtes, sich durch *transversale Magnetismen* müsse erklären lassen. Ich ging nämlich dabei von der Voraussetzung aus, dass der magnetische Zustand dieses Drahtes

des Magnetismus überhaupt, vollständig auflösen. Ist aber die Hypothese eines einfachen electrischen Stromes in dem galvanisch-electrischen Kreise blos eine den Anfang der Untersuchung erleichternde Fiction, so fällt freilich die Bündigkeit der auf sie gestützten Beweise fort. Eine solche Hülfs-Vorstellung, kann, wenn man sie zu lange beibehält und endlich vielleicht vergisst, dass sie eine Fiction ist, auf Abwege leiten: Ob es einem scharfsinnigen deutschen Physiker in gegenwärtiger Arbeit gelungen sey, den Beweis zu führen, dass Hr. Ampère sich in diesem Fall befinde, und uns aus andern Gründen eine genügende Erklärung der neu gefundenen Erscheinungen von Hypothesen unabhängig zu geben, hierin dem Urtheile des sachverständigen Lesers vorzugreifen, steht mir nicht zu. *Gilb.*

*) Dieser Apparat, mit verdünnter Schwefel- und Salpeter-Säure in Thätigkeit gesetzt, giebt so starke Wirkung, dass die Magnetnadel schon in einer Entfernung von 1 Fuss und darüber von dem Schliessungs-Drahte abgelenkt zu werden anfängt. In jeder Lage des Schliessungs-Drahtes (gegen die Declinations-Linie) steht die Nadel senkrecht auf seiner Axe; ist der Schliessungs-Draht über der Declinations-Linie, so beträgt die Ablenkung der Magnetnadel 90°; schneidet derselbe die Declinations-Linie unter einem rechten Winkel, so ist die Ablenkung 180° (die Nadel kehrt sich um). Schon 3 bis 4 Zoll unter dem Drahte nimmt die Nadel diese senkrechte Richtung an. *Pr.*

keine andere Disposition haben könne, als sein electrischer Zustand, weil er eigentlich dieser selbst ist. Nun ist aber die electrische Ladungsweise des Schliessungs-Drahtes keine andere, als die der geschlossenen Säule selbst. In der geschlossenen Säule liegen aber die entgegengesetzten Electricitäten gleich stark an einander; in jedem Augeblicke neutralisiren sie sich (in der Wärme und im Chemismus) und werden in jedem Augenblicke durch die electromotorische Wirkung des Apparats wieder neu hervorgebracht. Diese Electricitäten haben daher keine Spannung nach den Polen, und die Säule selbst zeigt, mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt, an der Peripherie ihrer Platten keine andere Electricität, als die eines einzelnen Plattenpaares. Befindet sich nun, wie vollkommen anzunehmen ist, der Schliessungs-Draht in demselben Zustande; so muss er aus unendlich vielen nahe an einander liegenden Magnetismen bestehen, deren Pole nach der Länge des Drahtes an einander liegen und sich wechselseitig binden, welche aber ihre Polaritäten nach dem Querschnitte des Drahtes äussern; so dass sonach dieser Draht angesehen werden kann, als aus einer Menge Querschnitten bestehend, an deren Peripherie die entgegengesetzten Pole an einander liegen. Einen solchen Querschnitt versinnlicht die Figur (2) Taf. V.

4. Die Wahrscheinlichkeit dieser Ansicht wird noch durch folgenden *Versuch* erhöht. Man schliesse die Säule statt mit einem ganzen Drahte, mit mehreren kleinen Stücken desselben, die an ihren Enden gut an einander passen. Es hängen dann alle Enden dieser einzelnen Stückchen mit einer gewissen Kraft

an einander, oder es ist das eine Ende eines jeden Stückchens ein Nordpol, das andere ein Südpol. Das nämliche muss nun auch Statt finden, wenn sehr viele solche Stückchen vorhanden sind; oder mit andern Worten: der Schließungs-Draht hat in seinen Querschnitten sehr viele entgegengesetzte Pole an einander liegen. Die nach der Längendimension des Drahtes liegenden Pole sind an einander in Ruhe, und stützen sich sämmtlich auf die beiden Endpole der Säule; aber die Polaritäten der einzelnen Magnetismen treten nach den Querschnitten des Drahtes hervor.

5. Als ich diese Sache näher betrachtete, und fand, dass sich daraus nicht nur alle Erscheinungen des Schließungs-Drahtes erklären, sondern auch berechnen ließen: so wurde mir diese Meinung beinahe zur Gewissheit. Da mir jedoch keine Erfahrung über *Transversal-Magnetismen* oder über ihre Möglichkeit in der Art, wie sie hier vorausgesetzt wurden, bekannt waren, so bemühte ich mich, sie auf irgend eine Art darzustellen, um die Erscheinungen des Schließungs-Drahtes an denselben zu controliren.

Auf folgende Art, die sich auf die Voraussetzung gründet, dass Transversal-Magnetismen sich dann einfinden müssen, wenn sich die Magnetismen nicht nach der Länge etabliren können, ist mir dieses gelungen, und ich glaube dadurch zugleich einige neue Thatsachen für die Lehre des Magnetismus erworben zu haben.

6. Man wickle auf einer Glasröhre oder einem hölzernen Cylinder feinen oder gröberen Stahldraht in Spiralen auf, so dass sich diese einander berühren, und als ein zusammen hängender Ueberzug die Unterlage

bedecken. Man setze dann an das eine Ende dieses übersponnenen Cylinders den Süd- oder den Nord-Pol eines Magnets, und führe ihn nach der Länge des Cylinders, jedoch so über ihn hin, dass die Richtung des Striches in einer Ebene mit der Axe des Cylinders bleibt. Es entsteht auf diese Art ein Magnet, der folgende Eigenschaften hat:

a) Seiner ganzen Länge nach hat er auf der einen Seite den Nord- und auf der entgegengesetzten Seite den Süd-Pol.

b) Diese Transversal-Magnetismen sind in allen Punkten der Länge des Draht-Cylinders gleich stark.

c) Die beiden Enden desselben zeigen dagegen *keine* Pole, und sie haben keinen andern Magnetismus, als denjenigen, welcher jedem einzelnen Punkte der ganzen Länge zugehört; (der Transversal-Magnet befindet sich also in demselben Zustande, wie die geschlossene Säule.)

d) Hält man diesen *Transversal-Magneten* über eine Magnetnadel in die Abweichungs-Ebene, so lenkt er, ganz auf dieselbe Weise, wie der Schliessungs-Draht, den Nordpol der Nadel rechts oder links ab, je nachdem der wirkende Nordpol seiner Transversal-Magnetismen links oder rechts liegt, und zwar mehr oder weniger stark; bei gehöriger Stärke seiner Magnetisirung bis zu 90°.

e) Führt man den einen Pol eines Magneten über diesen Transversal-Magneten dergestalt hin, dass er um denselben eine Spirale beschreibt; so magnetisirt sich derselbe *nach der Länge*, die Transversal-Magnetismen verschwinden, die beiden Pole befinden sich an den beiden Enden, und er gleicht nun einem ge-

wöhnlich magnetisirten Stahldrahte. Die Longitudinal- und Transversal-Magnetismen sind daher in ihrer vollständigen Aeufserung neben einander nicht verträglich.

f) Eben so tritt bei diesem Magneten die Longitudinal-Magnetisirung ein, wenn man denselben spiralförmig über einen Cylinder aufwindet. In diesem Falle erhalten die Transversal-Magnetismen ihre Richtung nach der Länge dieser Spirale, und diese erhält nun Polarität nach der Länge. Hält man diese neue Spirale unter einem rechten Winkel über eine Magnetnadel, so lenkt sie diese nach der Richtung ihrer Axe. Es schien mir bei diesen Versuchen, dafs dasjenige Ende des Transversal-Magneten, welches zunächst nach der Richtung der magnetischen Directionslinie der Erde stand, den Nordpol annahm, das entgegengesetzte den Südpol, was ich jedoch mit Sicherheit noch nicht aussagen kann.

7. Aufser diesem *Transversal-Magneten mit einfacher Polarisirung* lassen sich ohne Schwierigkeit Magnete mit *mehrfachen* transversalen Magnetismen herstellen. Auf folgende Art erhält er an der Peripherie eines Querschnitts *vier* entgegengesetzte Pole, welche zur Darstellung der Haupterscheinungen des electrischen Schliefsungs-Drahtes hinreichen.

Man nehme vier Magnetstangen von etwa ¼ Zoll Dicke (Fig. (3) Taf. V), bereite ein Brettstückchen vor, welches in der Mitte mit einer Oeffnung von etwa 1 Zoll Durchmesser versehen ist, und in welchem sich, unter rechten Winkeln sich kreutzend, Einschnitte befinden, in welche die Magnetstangen eingeschoben werden können, so dafs ihre schmalen Seiten aufwärts

ſtehen, befeſtige dann in dieſen Einſchnitten die Magnetſtangen dergeſtalt, daſs in der Oeffnung des Brettes gleiche Pole einander gegenüber ſtehen, oder in der Richtung ihres Umkreiſes auf jeden Nordpol jedesmal ein Südpol folgt; und richte ſie ſo, daſs dieſe Pole den Umkreis des gewundenen Drahtes (von etwa ½ Zoll Durchmeſſer) in gleicher Entfernung (hier von 90° zu 90°) berühren. Nun ziehe man dieſen gewundenen Draht durch die von den vier Magnet-Polen gebildete Oeffnung hindurch, wobei man jedoch darauf zu ſehen hat, daſs der gewundene Draht nicht um ſeine Axe gedreht werde, ſondern daſs die Richtung jedes einzelnen Magnet-Pols in derſelben Ebene mit der Axe deſſelben bleibe; (denn widrigenfalls bekommt der Magnet den Longitudinal-Magnetismus).

8. Statt des gewundenen Eiſen- oder Stahl-Drahtes kann auch eine maſſive cylindriſche *Stahlſtange* genommen werden. Sie nimmt, auf dieſelbe Art behandelt, gleichfalls dieſen mehrfachen Transverſal-Magnetismus an, ohne daſs ihre Enden einen ſtärkeren Magnetismus erhalten, als jeder ihrer Querſchnitte. Es braucht übrigens keine Erinnerung, daſs man auf dieſelbe Art die Transverſal-Polaritäten eines Querſchnitts ſo ſehr vervielfältigen könne, als es das Verhältniſs der Dicke der Enden der Magnetſtangen zu der Peripherie des transverſal zu magnetiſirenden Stahlcylinders zuläſst.

9. Dieſe *Transverſal-Magneten mit mehrfacher Polarität* haben alle vorher genannten Eigenſchaften des einfachen Transverſal-Magneten, nur ſind ihre Erſcheinungen noch mehr übereinſtimmend mit denen des electriſchen Schlieſsungs-Drahtes. Denn *un-*

ter diesem mehrfach polarisirten Magneten ist nun die Ablenkung der Magnetnadel die entgegengesetzte von jener *über* demselben.

10. Auf folgende Art kann man *einen Querschnitt* des *mehrfach* polarisirten Transversal - Magneten in grösserem Maßstabe und mit verhältnißmäßig vergrösserter Anzahl von Polaritäten darstellen.

Man nehme einen Ring von Stahldraht, von etwa 4 bis 6 Zoll Durchmesser, und versehe ihn auf seinem ganzen Umkreise mit so vielen Polen, als man darauf anbringen kann. Dieses geschieht, indem man den Ring auf einen Tisch legt, die beiden Pole eines hufeisenförmigen Magneten, die so nahe als möglich bei einander stehen, auf einen Theil desselben setzt, sie von hier absetzt und weiter fort aufsetzt, bis man wieder auf den Punkt zurück gekommen ist, von dem man ausgieng. Hierbei hat man aber darauf zu sehen, daß zwischen der Stelle, auf welcher der eine Pol zuletzt gestanden, und der, wo man den andern Pol des Magnets neuerdings aufsetzt, etwa eben so viel Zwischenraum bleibe, als zwischen den beiden Polen des hufeisenförmigen Magnets (oder auch zweier auf ähnliche Art eingerichteter Magnetstangen) vorhanden ist. Auf diese Art ist es leicht, auf einem Stahlringe von 5 bis 6 Zoll Durchmesser 20 bis 30 entgegengesetzte Pole neben einander anzubringen.

Dieser Stahlring, welcher einen Querschnitt des mehrfach polarisirten Transversal - Magneten vorstellt, giebt mit Rücksicht auf grössere Ausdehnung und geringere Anzahl den hier vorhandenen Magnetismen alle Erscheinungen, welche ein Querschnitt des Schließungs - Drahtes darbietet. In jedem Theile desselben

steht die Magnetnadel mit ihrem Nordende über demselben rechts, wenn sie unten links steht, und umgekehrt.

11. Diese directen Versuche lassen über die Art des magnetischen Zustandes des Schliessungs-Drahtes keinen Zweifel mehr übrig. Alle hierher gehörigen Erscheinungen erklären sich aus diesem Stande der Sache ganz natürlich und von selbst, weil die Erscheinungen der Transversal-Magneten sich sämmtlich auch an dem electrischen Schliessungs-Drahte wiederfinden. Zu diesem Behufe ist es hinlänglich die Transversal-Magnetismen des Querschnitts eines sehr dünnen Schliessungs-Drahtes auf folgendes Schema zu reduciren: $c \underset{b}{\overset{a}{\pm}} \mp d$. Denn betrachtet man den Querschnitt des Schliessungs-Drahtes Fig. 2 in seiner Wirkung auf einen Magneten oberhalb und unterhalb, und nimmt man seinen Durchmesser als gering an, so sind die Magnetismen der oberen Hälfte + — + — + — + — in ihrer Wirkung auf die Richtung der Nadel, gleich einem Magneten mit der Richtung NS, und die untere Hälfte gleich einem solchen mit der Richtung SN.

a) *Zwei Schliessungs-Drähte*, welche von derselben Richtung aus in der Kette magnetisirt sind, *ziehen* einander *an*; sind sie in entgegengesetzter Richtung magnetisirt, so *stossen* sie sich *ab*. Denn im ersten Falle kommt die Seite *a* oder *c* des einen Drahtes der Seite *b* oder *d* des zweiten Drahtes gegenüber, sie ziehen sich also an. Im zweiten Falle kommen der Seite *a* oder *c* des ersten Drahtes, die Seiten *a* oder *c*

des zweiten Drahtes gegenüber; sie stoſsen sich alſo ab, indem gleichnamige Pole sich gegenüber stehen.

b) Legt man einen Eiſendraht auf den Schlieſsungs-Draht in die Ebene ſeiner Axe, ſo erfolgt keine Magnetiſirung; eben ſo wenig, als die Magnetiſirung eines Eiſendrahtes erfolgt, welchen man in die Ebene der Axe des transverſalen Magnets legt, weil keine magnetiſche Ladung, d. i. Abwechslung von Nord- und Süd-Polen, nach der Längen-Dimenſion vorgeht.

c) Windet man den Schlieſsungs-Draht in *Spiralen*, und bringt in deren Axe einen Eiſendraht, ſo wird dieſer *magnetiſirt*, weil (§. 6. *f.*) in dieſem Falle die Transverſal-Magnetismen des Schlieſsungs-Drahts in die Längen-Dimenſion oder in die Richtung der Axe der Spirale fallen, folglich Magnetiſirung nach der Länge erfolgt. Dieſe Magnetiſirung iſt ihrer Polarität nach entgegengeſetzt, je nachdem die Windungen des Schlieſsungs-Drahtes rechts oder links gezogen ſind, weil dieſe Verſchiedenheit der Windungen die Folge hat, daſs entweder die eine Seite (*c*) des Schlieſsungs-Drahtes, oder die entgegengeſetzte (*d*) nach derſelben Richtung hin gekehrt wird, wodurch alſo auch eine Umkehrung der Polarität erfolgt, indem in dem einen Falle die Magnetiſirung vom Nordpole, in dem andern vom Südpole ausgeht.

d) Eben ſo muſs ein Eiſendraht magnetiſirt werden, wenn man ihn in einer Spirale um den geraden Schlieſsungs-Draht herumwickelt. Denn in dieſem Falle wirken die Transverſel-Magnetismen des Schlieſsungs-Drahtes auf die Theile des um denſelben gewundenen Eiſendrahtes gleichfalls longitudinal, und

bewirken daher dessen Ladung nach der Länge. — Dieser Erfolg verträgt sich nicht mit Hrn Ampère's Theorie, weil um diesen auswärts gewundenen Eisendraht keine Strömung erfolgt, sondern diese Strömung durch die Axe seiner Windungen hindurch geht. Der Erfolg ist jedoch eben so sicher, als die Magnetisirung der Eisendrähte in den Spiralen des Schließsungs-Drahtes. Man schneide den Messingdrah, welcher die beiden Pole der Säule verbindet, in der Mitte auseinander, wickle um jeden der auf diese Art getrennten Drähte mit *gleicher* Windungsart einen Eisendraht so auf, daſs das eine Ende desselben noch über das Ende des Messingdrahtes hervorragt, und schliesse dann die Kette mit diesen Enden der beiden Eisendrähte. Im Augenblicke der Schliesung der Kette zeigen sich die freien Enden dieser Drähte magnetisch, und zwar mit entgegengesetzten Polen. Waren die Windungen der Eisendrähte an den beiden Messingdrähten *rechts*, so hatte das dem Kupfer zugekehrte freie Ende des Eisendrahts den Nordpol, und das dem Zink zugekehrte den Südpol. Waren die Windungen der Eisendrähte *links*, so war der Nordpol derselben auf der Zinkseite, und der Südpol auf der Kupferseite. Gab man dem Eisendrahte auf dem einen Messingdrahte die Windung rechts, dem andern die Windung links, so erhielten diese Drähte nach der Schliesung gar keine Magnetisirung *).

c) Aus dem unter §. 6 *e*) erwähnten Verhalten des Transversal-Magnets folgt ferner, daſs im Schlie-

*) Diese Versuche wurden, wie alle übrigen, mit dem oben erwähnten Apparate angestellt. *Pr.*

ſsungs-Drahte *Longitudinal-Ladung* eintrete, wenn derſelbe mit einem andern Drahte ſpiralförmig *umwickelt* wird. In dieſem Falle wirkt der Draht gar nicht auf die Magnetnadel, weil ſein nach auſsen erkennbarer Magnetismus mit ſeiner Transverſal-Ladung aufhört, indem der Grund dieſer Transverſal-Ladung eben die Unmöglichkeit iſt, unter den obwaltenden Umſtänden (wo die beiden Endpole an den Endpolen der Säule gebunden liegen) die Longitudinal-Ladung herzuſtellen. — Ich hatte dieſen Erfolg unmittelbar aus den Verhalten meines Transverſal-Magnetismus hergeleitet, und war eben im Begriffe, ihn durch einen Verſuch zu beſtätigen, als ich aus dem zweiten Theile von Hrn Ampère's Abhandlung, die mir vor einigen Tagen zugekommen iſt, erſah, daſs er dieſen Verſuch, durch einen Zufall geleitet, bereits angeſtellt hatte. Hr. Ampère hat zur Erklärung deſſelben nach ſeiner Theorie eine Hypotheſe nöthig, nach welcher der electriſche Strom auch noch durch die Axe einer Spirale laufen ſoll. [M. ſehe ob. S. 231.]

f) Die Richtungen der Magnetnadel durch den Schlieſsungs-Draht, und der Grund der dieſe Erſcheinungen umfaſſenden Regel erhellen ſchon von ſelbſt aus dem bisher Geſagten, ſo daſs es überflüſſig wäre, noch viel hinzu zu fügen. Aus der Natur der Transverſal-Magnetismen folgt, wie bereits oben (3) erwähnt worden, daſs eine kleine Magnetnadel, deren Mittelpunkt ſich über irgend einem Punkte der Peripherie eines Querſchnittes des Schlieſsungs-Drahtes befindet, eine Lage annehmen müſſe, welche ſenkrecht iſt auf die Axe des Drahtes und auf die Linie, welche man von jenem Punkte aus ſenkrecht auf die

Axe des Drahtes zieht, welches eigentlich das allgemeine Gesetz für diese Transversal-Ladung, sonach auch für den Zustand des Schließsungs-Drahtes der electrischen Säule ist.

Denkt man sich das obige Schema in den Querschnitten eines Schließsungs-Drahtes fortlaufend nach der Richtung eines angenommenen Stromes, so steht über demselben der Nordpol der Magnetnadel rechts, unten links. Laufen also diese Querschnitte des Schließsungs-Drahtes von Nord nach Süd, so steht die Magnetnadel mit dem Nordpol oben nach Westen, unten nach Osten; laufen dieselben in der Richtung von Ost nach Westen, so steht der Nordpol der Magnetnadel oben nach Norden (mit verstärkter Intensität) unten nach Süden; laufen sie endlich in der Richtung von Süd nach Nord, so steht der Nordpol der Magnetnadel oben nach Osten, unten nach Westen.

12. Der letzte Grund, warum *über* dem Schließsungs-Drahte die Magnetnadel den *Nordpol* rechts abwendet, verdient noch eine nähere Untersuchung; oder mit andern Worten: Woher die bestimmte Denominirung der Pole in den Transversal-Magnetismen des Drahtes kömmt, so daſs am oberen Theil der wirkende Südpol rechts, unten der Nordpol links liegt; oder, was dasselbe ist, warum die zusammenwirkenden Pole an der Peripherie des Querschnitts in der Richtung rechts nach der Ordnung NS, NS, und in der Richtung links nach der entgegengesetzten auf einander folgen. Dieser Grund scheint in der Natur der electrischen Pole und in ihrer Beziehung zu den magnetischen Polen zu liegen, eine Beziehung, die

ſich wird beſtimmen laſſen, wenn man an der iſolirten Säule den Magnetiſmus wird beobachten können (14).

13. Durch das Bisherige glaube ich Folgendes erwieſen zu haben:

Erſtens. Die Art des magnetiſchen Zuſtandes des Schlieſsungs-Drahtes der Säule iſt mit der Art ſeines electriſchen Zuſtandes identiſch, wie ich bereits in einem frühern Briefe bemerkt habe.

Zweitens. Dieſer Schlieſsungs-Draht iſt ein vielfach polariſirter Transverſal-Magnet, durch deſſen eigenthümliches Verhalten ſeine magnetiſchen Erſcheinungen begründet werden.

Drittens. Die Magnetiſirung überhaupt erfolgt auf zweifache Weiſe, nämlich *longitudinal* und *transverſal.* Erſtere geſchieht, wenn ſich die entgegengeſetzten Pole nach der Länge des magnetiſirbaren Körpers folgen, letztere wenn ſie unter Umſtänden gezwungen werden, ſich nach den Querſchnitten zu etabliren. Der Longitudinal-Magnet ſtimmt rückſichtlich der Vertheilung der Magnetismen mit der *iſolirten* Voltaiſchen Säule, oder mit einem mit electriſcher Polarität geladenen Körper, — der Transverſal-Magnet hingegen mit der *geſchloſſenen* Säule oder mit dem electriſchen Leitungs-Drahte überein.

Viertens. Man kann daher den Zuſtand des Schlieſsungs-Drahtes keineswegs übertragen auf die Erklärung des Magneten oder des Erd-Magnetismus, da er ſelbſt nichts anderes iſt als ein Magnet, und zwar ein Magnet der zweiten Art, deſſen Verhalten ſich von jenem der erſten Art eben ſo unterſcheidet, wie der Zuſtand der geſchloſſenen von dem der iſolirten Säule. Die

Annahme von *Strömungen* u. s. w. wird hier ganz unnützt, indem alle vorliegenden Erscheinungen sich auf das Fundamental-Gesetz der Electricität und des Magnetismus (der Wechselwirkung der Pole) gründen. Es bedarf keiner Erinnerung, dass die Erklärung, welche Hr. Ampère von dem Magneten macht, nach den vorhergehenden Erfahrungen ganz unstatthaft sey, weil sie einen Zirkel enthält.

14. Es folgt unmittelbar aus dem Vorigen, dass der Zustand des Schliessungs-Drahtes keineswegs *die einzige Art der Magnetisirung* ist, welche die Voltaische Säule hervorbringt; dass die Transversal-Ladung des Schliessungs-Drahtes nur, darum Statt finde, weil unter den vorhandenen Umständen die Longitudinal-Ladung nicht möglich ist; und dass daher, so gut die geschlossene Säule ein Transversal-Magnet ist, auch die isolirte Säule als Longitudinal-Magnet erscheinen werde, sobald man im Stande seyn wird, ihr eine Einrichtung zu geben, die so schnelle electrische Entladungen und Wiederladungen gestattet, als die einfache Voltaische Kette. Dieses ist es, was ich in meinem früheren Breife die *Magnetische Säule* genannt habe. Es ist darum höchst wahrscheinlich, dass schon die vollkommen isolirte gemeine Voltaische Säule an ihren Polen magnetische, wenn gleich schwache, Wirkung äussere, und ich zweifle nicht, dass genaue Versuche dieses bestätigen werden. Der Magnet ist aber darum selbst *keine Säule*, so wenig als ein mit electrischer Polarität geladener Glasstab eine solche ist. Er ist ein durch die tellurische Electricität electrisch geladener

Nichtleiter, für welche Electricität alle Körper, außer Eisen etc., Leiter sind. Für die schwache Electricität der Voltaischen Säule sind auch solche Leiter ladungsfähig (treten für sie in den Zustand der Nichtleiter) welche es für die tellurische Electricität nicht mehr sind. Ich beziehe mich hierin auf meinen früheren Brief *). Ueber manches andere, was hierher gehört, kann ich vielleicht noch ein anderes Mal sprechen.

*) Ansichten über den Magnetismus und dessen Ableitung aus der Electricität; ein Schreiben an den Prof. Gilbert, Wien d. 20 Dec. 1820. (in St. 1 gegenw. Jahrg. dies. Annal. S. 81 f.)

Verbesserung. Auf S. 272 schalte man in Zeile 2 von unten, hinter den Worten: *welche senkrecht ist auf die Axe des Drahtes,* Folgendes ein: „oder vielmehr auf eine durch jenen Punkt mit der Axe des Drahtes parallele Linie."

III.

Ueber die Vergleichung der Barometerstände zu Genf und auf dem St. Bernhardsberge,

von

D'Aubuisson, Ingen. en chef des mines, zu Toulouse:

Frei übersetzt von Gilbert *).

Als ich das Maistück der Bibliotheque universelle erhielt, worin sich Ihre interessante Vergleichung der mittleren Resultate aus den Barometer- und Thermometer-Beobachtungen findet, die auf Ihrem Betrieb seit einigen Jahren gleichzeitig zu Genf und auf dem Bernhardsberge angestellt werden, hatte ich eben in unserer Akademie der Wissenschaften einige Folgerungen vorgelesen, welche ich aus denselben Beobachtungen ziehe. Folgendes veranlaste mich zu dieser Arbeit.

Es wird von den Physikern als eine ziemlich allgemein geltende Thatsache angenommen, dass die Art, wie man die Höhen mit dem Barometer misst, die Höhen zur Zeit der Kälte zu klein giebt, besonders wenn die Temperatur plötzlich abnimmt. Die ausserordentliche Kälte, welche wir im vergangenen Januar ge-

*) Aus einem in der *Bibl. univers.* [in den Formeln indess sehr fehlerhaft] abgedruckten Briefe, welchen Hr. D'Aubuisson zu Toulouse am 7 Juli 1820 Hrn Prof. Pictet in Genf schrieb, und der für die, welche aus Barometerständen Folgerungen ziehen wollen, von vieler Wichtigkeit ist. *Gilb.*

habt haben, und die mit einem Male eintrat, verschaffe uns, dachte ich, die beste Gelegenheit diese Thatsache zu prüfen, und ich glaubte in den von Ihnen bekannt gemachten Beobachtungen zu Genf und auf dem St. Bernhard, die schicklichsten Materialien zu einer solchen Prüfung zu finden. Aus diesen Beobachtungen habe ich für die mehrsten Tage des Jänners, die Höhe des St. Bernhards-Hospizes über Genf berechnet; und zur Vergleichung damit habe ich die nämliche Höhe auch aus den Beobachtungen an den heissesten Tagen des vorhergehenden Sommers hergeleitet. Die Resultate sind bedeutend verschieden: um aber die wahre Ursach dieser Verschiedenheit aufzufinden, musste ich den Gang des Barometers, wie er während der heissesten und während der kältesten Zeit des Jahres zu Genf und auf dem St. Bernhard gewesen war, genau erwägen und unter einander vergleichen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen und Vergleichungen habe ich der Akademie der Wissenschaften zu Toulouse in einer Abhandlung vorgelegt, welche überschrieben ist: *Von dem Einflusse der Temperatur der Luft auf den Gang des Barometers, und auf das Höhenmessen mit dem Barometer.* Da ich mich Ihrer Materialien bedient habe, so ist es billig, dass ich Ihnen auch mittheile, welchen Gebrauch ich von denselben gemacht habe, und Ihrer Prüfung und Kritik die vornehmsten Resultate meiner Arbeit unterwerfe.

1.

Ein Barometer, welches sich in bedeutender Höhe über der Erdfläche befindet, muss steigen, wenn bei übrigens ganz gleich bleibenden Umständen die Temperatur der Atmosphäre zunimmt. Denn durch diese

Wärme-Zunahme wird die unter dem Niveau des Barometers befindliche Luftmasse ausgedehnt; sie macht also, daſs ein Theil derselben über dieses Niveau heraustritt, und daſs folglich mehr Luft als zuvor auf dem Barometer lastet. Ein in den untern Regionen der Atmosphäre befindliches Barometer würde unter diesen Bedingungen, während derselben Zeit immer unter einem gleichen Drucke geblieben seyn, und also seinen Stand unverändert beibehalten haben. Aus dieser schon von Andern gemachten Bemerkung schien mir zu folgen, daſs wenn der Gang zweier Barometer, die sich in sehr verschiedenen Höhen befinden, verglichen werden soll, nothwendig von dieser wie von jeder andern Ursach abzusehen sey, welche auf eins derselben allein oder doch viel stärker als auf das andere wirkt; und daſs zu dem Ende der Stand des obern Barometers auf denjenigen Stand reducirt werden müsse, welchen es gezeigt haben würde, wenn die zwischen den beiden Barometern befindliche Luftmasse immerfort dieselbe geblieben wäre: aus demselben Grunde, warum man die oberen Barometerstände auf die nämliche Temperatur des Queckſilbers reducirt, bei der die unteren Barometerstände Statt fanden. Es lassen sich überdem die Wirkungen der auf beide Barometer zugleich einwirkenden störenden Ursachen nur dann ergründen, wenn man zuvor die Stände beider Barometer auf einerlei Temperatur der Luft reducirt hat.

Eine Formel, nach der diese Reductionen des Standes eines in einer gegebenen Höhe beobachteten Barometers auf eine gegebene beständige Temperatur zu bewerkstelligen ist, läſst sich ohne Schwierigkeit ableiten aus der Formel, nach der man den Höhen-Unter-

schied zweier Standpunkte aus den an ihnen beobachteten Barometerständen berechnet. Man denke sich zu dem Ende ein Barometer, das auf einer zugänglichen Höhe hänge, und ziehe blos die lothrechte Luftsäule in Betracht, welche sich zwischen dem Niveau dieses Ortes und dem des Meeres befindet. Diese Luftsäule verlängert und verkürzt sich, je nachdem die Temperatur zu- und ab-nimmt. Gesetzt es befände sich an ihrem oberen Ende ein Barometer, das zugleich mit demselben seine Stelle herauswärts und herabwärts veränderte, so müsste ein solches Barometer immerfort einerlei Stand behalten, so sehr sich auch die Temperatur der Luft veränderte: denn immer behielte es dieselbe Luftmasse unter sich, und also auch über sich, wie sich auch die Luft ausdehne oder zusammenziehe. Auf den Stand eines solchen seine Stelle mit der Temperatur verändernden Barometers muss man also den Stand reduciren, welchen ein auf irgend einer Höhe in einerlei Stelle bleibendes Barometer zeigt. Es sey nun

- a die Höhe, in welcher das fest stehende Barometer über dem Niveau des Meeres hängt [in Meter];
- h der Stand dieses festen Barometers;
- h' der Stand des beweglich gedachten Barometers, also das was gesucht wird;
- t die Temperatur der Luftsäule an ihrem unteren Ende *);
- t' die Temperatur der Luft in der Höhe a;
- T die mittlere Temperatur der Luftsäule unter der Voraussetzung einer constanten Temperatur;
- T' die mittlere Temperatur der Luftsäule nachdem die Wärme zugenommen (oder abgenommen) hat.

*) Statt dieser Erklärung steht im Originale die von T, welche sich also zweimal bei t und T findet. *Gilb.*

Da die Luft für jeden Grad der 80-theiligen Skale, um welchen sie wärmer wird, sich um 0,004 ausdehnt, so muss die Grösse, um welche bei dieser Vermehrung der Wärme um $T' - T$ Grade, die a Meter lange Luftsäule länger wird, betragen $a \times 0{,}004\ (T' - T)$ Meter, und dieses also ist der Unterschied des Niveau des festen Barometers in der Höhe, und des beweglich gedachten Barometers an dem oberen Ende der Luftsäule.

Aus dem gleichzeitigen Stande dieser beiden Barometer, h und h', ergiebt sich derselbe Höhen-Unterschied ihrer Niveau, der bekannten Formel für das Höhenmessen mit dem Barometer gemäss,

$= 18375\ (1 + 0{,}004\ t')\ .\ (\log h - \log h')$ Meter *).

Folglich haben wir

$$a \times 0{,}004\,.(T' - T) = 18375\,(1 + 0{,}004\,t')\,.\,(\log.h - \log.h'$$

Daraus ergiebt sich aber

$$\log.h' = \log.h - \frac{a\ (T' - T)}{4594000\ (1 + 0{,}004\ t')}\ \text{**)}.$$

Und setzt man, wie gewöhnlich beim Messen mit dem Barometer

$$T' = \frac{t + t'}{2}\ \text{***)},$$

*) Denn die Temperatur am obern Ende der Luftsäule und in der obern Station wird für dieselbe, $= t'$, genommen. *Gilb.*

**) Wohl nur durch Schreibfehler steht im Originale $\log h = \log h' -$ etc. und im Nenner der Zahlen-Coefficient mit der Hälfte der obigen Grösse, 2297000, angesetzt. *Gilb.*

***) Das Original hat $T' = \frac{t + s}{e}$ offenbare Druckfehler. *Gilb*

ſo erhält man

$$\log h' = \log h - \frac{a\,(t + t' - 2T)}{9188000\,(1 + 0{,}004\,t')} \text{*)}.$$

Die Reduction läſst ſich indeſs noch auf eine einfachere Weiſe hinlänglich genau machen, wenn man das Gewicht der Luftmaſſe berechnet, welche durch das Ausdehnen der Luft über das Niveau des Barometers hinauf getreteten iſt, daraus die Gröſse, um welche das Barometer aus dieſem Grunde geſtiegen ſeyn muſs, ableitet, und ſie von dem Barometerſtande, wie ihn die Beobachtung direct giebt, abzieht. Nun iſt bei 0° Wärme und 0,76 Meter Luftdruck die atmoſphäriſche Luft 10467 Mal ſpecifiſch leichter als das Queckſilber; überdem iſt das ſpecifiſche Gewicht der Luft dem barometriſchen Drucke proportional, und nimmt für jeden Grad Wärme der 80-theiligen Skale, von 0° Wärme an gerechnet, um 0,004 ab. Nimmt man daher an, welches ſich ohne merklichen Fehler thun läſst, daſs in der ganzen Länge der Luftſäule, nachdem ſie ſich durch Zunahme der Wärme verlängert hat, der barometriſche Druck $= h$, und die Temperatur $= t'$ ſey; — ſo ergiebt ſich die Gröſse, um welche das in der Höhe befindliche Barometer durch die Zunahme der Wärme geſtiegen iſt, oder

$$h - h' = \frac{a \times 0{,}004\,(T' - T)}{10467 \cdot \frac{0{,}76}{h} \cdot (1 + 0{,}004\,t')} \text{**)}.$$

*) Im Original ſteht $\log h = \log h' \frac{a\,(t + t' - 2T)}{4594000\,(1 + 0{,}004\,t')}$

**) Statt h im Nenner ſteht im Originale 4.

Oder, da $T' = \frac{t + t'}{2}$, und $\frac{0{,}004 \cdot \frac{1}{2}}{10467 \cdot 0{,}76} = \frac{1}{3977460}$ ist,

$$h' = h - \frac{a\,(t + t' - 2T)\,h}{3977460\,(1 + 0{,}004\,t')} \quad ^{*)}.$$

Will man nur den Gang zweier Barometer, die in verschiedenen Höhen hängen oder an zwei verschiedenen Stationen beobachtet werden, mit einander vergleichen, so kann man annehmen, die Atmosphäre endige sich in der untern Station, und dann ist t die Temperatur in dieser Station.

Beim Vergleichen des Ganges des Barometers auf dem St. Bernhard und in Genf haben wir dem gemäss $a = 2102$ Meter. Für T lässt sich das Mittel aus den mittleren Temperaturen zu Genf (+ 10°) und auf dem St. Bernhards-Berge (— 1°), also $4\frac{1}{2}$° R. nehmen. Endlich lässt sich im Zähler des Bruchs, für h der mittlere Barometerstand auf dem St. Bernhard = 0,5626 Meter setzen. Dieses giebt

$$h' = h - \frac{0{,}0003\,(t + t' - 9^\circ)}{1 + 0{,}004\,t'} \quad ^{**)}$$

eine Formel, die von mir bei diesen Rechnungen in der Regel gebraucht worden ist.

*) Im Original steht im Nenner 994365 statt 3977460.

**) Da $\frac{2102 \times 0{,}5626}{3977460} = 0{,}0003$ sehr nahe ist. Im Original fehlt das — Zeichen. Folgende Ableitung dieser und der vorhergehenden Formeln, aus der Formel für das barometrische Höhenmessen rührt von meinem Collegen Hrn Prof. Mollweide her. „Bezeichnet M den Modulus des Briggischen Logarithmen-Systems, so ist sehr nahe

$$\log\,(h - x) = \log h - \frac{2Mx}{2h - x}.$$

Nach dieser letztern Methode habe ich nun den Gang des Barometers auf dem St. Bernhard während der 34 Tage, über welche sich meine Rechnung erstreckt, reducirt auf den Gang, welchen es gezeigt haben würde, wenn die Temperatur dort unverändert $4\frac{1}{2}°$ R. gewesen wäre. Auf der beiliegenden Zeichnung *) stellt die punktirte Linie diesen Gang dar. Zugleich sieht man auf dieser Zeichnung den wirklichen Gang, welchen die Barometer zu Genf und auf dem St. Bernhard nach den Beobachtungen hielten. Die vollen Linien zeigen den Gang von einem Sonnen-

Es sey nun $h' = h - x$, so wird, wenn man für $\log h - \log h'$ seinen Werth (S. 282 oben) setzt,

$$\frac{2Mx}{2h - x} = \frac{2a(t + t' - 2T)}{18375000\,(1 + 0{,}004\,t')}.$$

Und da hier x eine kleine Grösse gegen h wird, so ist ohne merklichen Fehler

$$x = \frac{ah(t + t' - 2T)}{M \cdot 9187500\,(1 + 0{,}004\,t')}.$$

Es ist aber $M \cdot 9187500 = 3990081$, also

$$h' = h - \frac{ah\,(t + t' - 2T)}{3990081\,(1 + 0{,}004\,t')},$$

vermöge unserer logarithmischen Formel, womit die Formel S. 183 oben nahe genug übereinkommt.

Setzt man mit Hrn D'Aubuisson in der vorigen Formel $a = 2102$, $h = 0{,}5626$, $2T = 9°$, so wird

$$h' = h - \frac{0{,}000296\,(t + t' - 9°)}{1 + 0{,}004\,t'}.$$

Hr. D'Aubuisson hat also richtig gerechnet; wenigstens ist der Unterschied zwischen dieser Formel und der letzten auf der vorigen Seite, welche er gebraucht hat, ganz unmerklich." *G.*

*) Sie findet sich in der *Bibl. universelle* nicht. Dieser Mangel ist aber ohne nachtheiligen Einfluss für das Verstehen des Folgenden. *G.*

Aufgang bis zum nächſten, abgeſehen von den ſtündlichen Variationen; die punktirten Linien aber den Gang von Sonnen-Aufgang bis 2 Uhr Nachmittags und von 2 Uhr bis zum nächſten Sonnen-Aufgange.

Betrachtet man den reducirten Gang, ſo fällt ſogleich in die Augen, daſs die Ungleichheiten deſſelben weit kleiner als die Ungleichheiten des wirklichen Ganges ſind; die letzteren ſteigen bis auf 26 Millimeter, indeſs die erſteren nicht über 13 Millimeter betragen; (ſo groſs war die Verſchiedenheit zwiſchen den Barometerſtänden am 7 Juli und am 16 Januar). Hieraus ſchlieſse ich, *daſs ein Theil der Veränderungen in dem Stande eines Barometers, der in einer bedeutenden Höhe hängt, von Veränderungen in der Temperatur des Theils der Atmoſphäre herrührt, der ſich unter dem Niveau des Barometers befindet;* und es iſt dieſer Theil um ſo bedeutender, je gröſser die Höhe des Standorts iſt.

Finden ſich in dem reducirten Gange auch im Ganzen weniger Ungleichheiten, ſo zeigt er doch in ſeinen Details ihrer immer noch viele. So z. B. ſinkt das reducirte Barometer faſt täglich während Tags bedeutend, (am 26 Juni ſank es um 7, am 30 September um 8 Millimeter), und ſteigt dann wieder bis zum nächſten Sonnen-Aufgange; und doch können die wahren Barometer-Veränderungen während dieſen Zeiten nur ſehr gering geweſen ſeyn. Daraus ergiebt ſich, daſs meine Art die Reduction vorzunehmen, *nicht* auf Beobachtungen anwendbar iſt, die an demſelben Tage zu verſchiedenen Zeiten bei bedeutend von einander abweichenden Temperaturen gemacht worden ſind. Bei ei-

nigem Nachdenken über die Ursach dieses Fehlers in der Art die Reduction zu machen, sieht man bald, dass er nur daher rühren kann, dass wir $T' = \frac{t + t'}{2}$ gesetzt und also angenommen haben, die mittlere Temperatur der zwischen den beiden Standpunkten befindlichen Luftmasse sey in jedem Augenblicke dem arithmetischen Mittel aus den Thermometerständen an beiden Standpunkten gleich. *Diese Voraussetzung ist die vorzüglichste Quelle von Irrthum im Messen mit dem Barometer*, wie ich schon anderwärts bewiesen habe *); und da sich meine Reductions-Formel auf die nämliche Voraussetzung und dieselben Hypothesen gründet, so muss sie Fehler von derselben Art und von gleicher Grösse geben.

2.

Ich wende mich nun zu dem Haupt-Gegenstande meiner Arbeit, nämlich zu der *Höhe des St. Bernhards-Hospizes*, wie sie sich aus den Beobachtungen im Monate *Januar* 1820 ergiebt. Ich habe sie für 18 verschiedene Tage dieses Monats berechnet, und zwar für beide Beobachtungen, die täglich zu Genf und auf dem St. Bernhard angestellt werden, bei Sonnen-Aufgang und um 2 Uhr Nachmittags. Gleichfalls habe

*) *Journ. de phys.* t. 71 p. 24. [womit man meine Bemerkungen über die Formel für das Höhenmessen mit dem Barometer in diesen Annal. J. 1807, B. 26. S. 194 f. und Hrn Prof. Soldner's in München scharfsinnige Erörterungen über diesen Gegenstand in B. 17 S. 64 f. vergleiche. *Gilb.*]

ich diese Höhe für 16 *Sommertage* des nächst vorhergehenden Jahres aus den beiden täglichen Beobachtungen berechnet. Dieses giebt zusammen 68 Bestimmungen, welche ich in der folgenden Tafel zusammen stelle, in der man zugleich den Unterschied des Ergebnisses jeder einzelnen Berechnung von der wahren Höhe des St. Bernhard-Hospizes über Genf, 2102 Meter betragend, angegeben findet *).

*) Sie setzen diesen Höhen-Unterschied zwar nur auf 2096 Meter, da das Mittel aus den Beobachtungen bei Sonnen-Aufgang ihn 2076, und das Mittel aus den um 2 Uhr Nachmittags angestellten Beobachtungen ihn 2117 Meter giebt. Ich muſs aber bemerken, daſs unsere Formeln für die Barometer-Messungen bei Beobachtungen, welche um 2 Uhr angestellt werden, der Wahrheit näher kommen, als bei den Beobachtungen bei Sonnen-Aufgang. Und da überhaupt hier immer eine kleine Ungewiſsheit bleibt, so nehme ich die Höhe des St. Bernhards-Hospizes über Genf *in runden Zahlen* zu 2100 Meter [oder 1077 Toisen] und also über dem Meere [über welches Genf nach Hrn Pictet's Annahme 395,6 Meter oder 203 Toisen liegt, 2495,6 Meter oder] 1280 Toisen, welches nur 2 Toisen mehr ist, als nach Ihrer Bestimmung. Die Beobachtungen, welche ich selbst dort 51 Tage lang im Jahr 1810 gemacht habe, gaben mir die Höhe des St. Bernhards zu 2217 Meter über Turin, und also 1286 Toisen über dem Meere (*Journ. de phys.* t. 71 p. 7 u. 10). *D'Aubuisson.*

[Die von Herrn Prof. Pictet den Geistlichen auf dem St. Bernhardsberge übergebenen meteorologischen Instrumente, wurden in dem Hospize am 14 September 1817 aufgestellt. Es waren zwar früher dort schon Barometer und Thermometer beobachtet, die Beobachtungen aber nicht lange regelmäſsig fortgesetzt worden. Vergl. Ann. 1820 B. 4 S. 202. *Gilb.*]

Höhen des St. Bernhards über Genf

berechnet aus den an beiden Orten gleichzeitig angeſtellten Barometer-Beobachtungen, und Unterſchiede derſelben von der wahren Höhen-Verſchiedenheit,

(dieſe zu 2102 Meter angenommen.)

Beobachtungs-Tage:	Bei Sonnen-Aufgang			Um 2 Uhr Nach. Mitt.		
	mittlere Temper. zwiſchen beiden	Höhen in Meter	Diff. Meter	mittlere Temper. zwiſchen beiden	Höhen in Meter	Diff. Meter
1819						
Mai 17	+ 3,1°R.	2048	— 54	+ 18,0°R.	2152	+ 50
18	6,6	70	32	19,6	45	43
Juni 7	7,8	47	55	19,1	12	1
8	10,0	99	3	12,0	10	
9	5,4	93	— 9	4,4	25	2
10	4,0	2121	+ 19	12,6	33	31
11	6,2					
26	8,6	2054	— 48	19,1	2121	19
Juli 7	3,9	53	49	23,8	2118	16
8	16,0	61	41	24,6	46	44
9	10,4	95	7	16,2	31	29
19	7,6	57	45	20,8	28	26
Sept. 10	6,0	50	52	18,8	46	+ 44
Oct. 9	1,2	30	72	11,0	2089	— 13
Oct. 10	+ 5,8	2055	— 47	+ 10,2	80	— 22
1820						
Januar 6	— 1,1°R.	2074	— 28	+ 0,1°	2126	+ 24
7	2,7	89	— 13	— 2,2	01	— 1
8	12,6	2118	+ 16	12,6	27	+ 25
9	15,2	2096	— 6	15,4	2100	— 2
10	20,0	64	— 38	16,8	2090	— 12
11	16,0	2113	+ 11	14,0	2128	+ 26
12	17,0	2078	— 24	12,1	2095	— 7
13	14,0	59	43	11,0	75	27
14	12,2	69	33	8,6	77	25
15	9,8	40	62	6,5	53	— 49
16	6,1	2100	2	5,2	2109	+ 7
17	7,2	2069	33	— 4,3	2081	— 21
18	— 0,3	88	14	+ 4,5	2101	— 1
19	+ 4,4	2105	+ 3			
20	+ 5,0	101	— 1	8,9	28	+ 26
21	+ 3,4	102	0	+ 3,4	18	16
22	— 2,5	2083	19	— 1,6	03	1
Jan. 23	— 6,2	2076	— 26	— 3,5	2094	— 8

Damit man diese Resultate und die Abweichungen derselben von dem wahren Höhen-Unterschiede noch leichter übersehen könne, habe ich sie auf der vorhin erwähnten graphischen Darstellung des Ganges des Barometers mit aufgezeichnet, und zu dem Ende bei jeder Beobachtungs-Zeit mit + den Barometerstand bemerkt, wie er auf dem St. Bernhardsberge hätte seyn müssen, wenn sich aus den Beobachtungen ein Höhen-Unterschied von 2102 Meter ergeben sollte. Und folglich zeigt der Abstand des + Zeichens von dem entsprechenden Punkte der Barometer-Curve den *Fehler der Barometer-Messung*. Die Gröfse desselben findet sich, wenn man die Zahl von Millimetern dieses Abstandes mit $12\frac{1}{2}$ oder $15\frac{1}{2}$ Meter multiplicirt, der mittleren Temperatur der Luftmasse gemäfs, welche mittlere Temperatur ich auch noch auf den Zeichnung angegeben habe.

Bei Untersuchung dieser Darstellung durch Zeichnung bemerken wir Folgendes:

Erstens. Fast alle Tage findet bei Sonnen-Aufgang ein Fehler in *Minus*, und um 2 Uhr Nachmittags ein Fehler in *Plus* Statt; und ziemlich allgemein ist der ganze Fehler, oder der Unterschied zwischen den berechneten Höhen für diese beiden Tageszeiten, den Unterschieden der Thermometerstände in diesen Zeitpunkten proportional. So z. B. war der Unterschied der beiden berechneten Höhen am 17 Mai 104 Meter, bei einem Unterschiede der mittleren Temperaturen in beiden Zeitpunkten von 15° R.; am 18 Mai 75 Meter bei 12°, am 7 Juni 65 Meter ebenfalls bei 12°, am 9 Juli 36 Meter bei 6°, und am 18 Januar von

15 Meter bei 4° Temperatur-Verschiedenheit in beiden Zeitpunkten. Wir sind hierdurch berechtigt zu schliessen, daſs die tägliche Variation unserer Thermometer die Ursach der Verschiedenheiten in den Resultaten der Höhen-Unterschiede ist, welche unsere barometrischen Formeln für verschiedene Zeiten desselben Tages geben, indem der barometrische Factor keineswegs in demselben Verhältnisse zunimmt und abnimmt, als der thermometrische Factor kleiner und gröſser wird. Oder, wenn wir von der Wirkung zu der Ursach gehen wollen, müssen wir schliessen, daſs *die Zunahme der Temperatur, welche gewöhnlich von Sonnen-Aufgang bis 2 Uhr Nachmittags in der der Erde nahen Luftmasse Statt findet*, in den *höheren* Luftschichten nur sehr schwach wahrzunehmen ist.

Zweitens. Vergleichen wir dagegen mit einander die während eines ganzen Tages, und noch besser, die während einer Jahreszeit bis zum Eintritt der nächsten angestellten Beobachtungen, so zeigt sich jene Proportionalität nicht mehr, welche wir beim Vergleichen der Beobachtungen an einzelnen Tageszeiten zwischen der Temperatur-Zunahme nach Anzeige der Thermometer, und der Vergröſserung der aus den Barometer- und Thermometer-Ständen berechneten Höhen-Unterschiede wahrnehmen. Die Anzeige der Barometer findet sich dann in Harmonie mit der der Thermometer; und obgleich auch dann noch im Ganzen die aus beiden berechneten Höhen-Unterschiede in der heiſsen Jahreszeit gröſser als in der kalten sind, (wie die Tafeln unwidersprechlich beweisen, welche Sie Ihrer letzten Abhandlung beigefügt haben), so findet keine *Propor-*

tionalität mehr zwischen ihnen Statt; und die Anomalien sind grofs und zahlreich. So zum Beispiel geben die vier heissesten Tage im J. 1819, bei einer mittleren Temperatur von + $16\frac{1}{2}$° R. einen zu kleinen Höhen-Unterschied (von 2098 M.), und er ist kaum merklich gröfser als derjenige, der sich aus den Beobachtungen an den vier kältesten Tagen des folgenden Winters, bei einer mittleren Temperatur von — 16° R. ergiebt (von 2096 M.)

Drittens. Der Fehler in *Minus*, von dem man hätte vermuthen sollen, er werde an diesen letztern Tagen sehr grofs seyn, betrug nur 6 Meter und war also unbedeutend. Der mittlere Höhen-Unterschied, wie er sich aus den 11 Tagen im Januar, während deren der Frost ununterbrochen anhielt, ergiebt, war bei einer mittleren Temperatur von — 11° R. nur um 19 Meter, das Ergebniss aus allen Januar-Beobachtungen dagegen bei — 4° R. mittlerer Temperatur um 20 Meter zu klein.

Viertens. Die grofse Kälte fing am 8 Januar an, und das Mittel aus den Thermometerständen zu Genf und auf dem St. Bernhard sank plötzlich bis — $12\frac{1}{2}$° R., und also seit dem vorgehenden Abend um volle 10° R. herab. Es war also zu vermuthen, dafs sich in dem Höhen-Unterschiede ein sehr bedeutender Fehler von zu klein finden würde; statt dessen ergab sich im Gegentheile bei Sonnen-Aufgang eben so wie um 2 Uhr Nachmittags ein Fehler in zu grofs, jener von 16, dieser von 25 Meter, indefs die beiden Barometer während dieser Zeit in einem merkwürdigen Zustande von Stabilität waren. Diese Stabilität scheint anzuzeigen,

dafs das hydroftatifche Gleichgewicht unter den verfchiedenen Schichten der Atmofphäre in der Region der beiden Stationen völlig Statt fand; und nehmen wir diefes an, fo lehrt uns die barometrifche Formel, dafs die Temperatur diefer Portion der Atmofphäre — 15° R. war. Diefe Temperatur liefs fich aber erft den Tag darauf an der Oberfläche der Erde verfpüren. Es fcheint daher, dafs die grofse Kälte höher in der Atmofphäre angefangen habe, wohin fie wahrfcheinlich durch den NO-Wind gebracht wurde, der feit einigen Tagen blies, und dafs fie dann erft in die untere Luftfchicht übergegangen fey *). Wenn daher auch die mehrften Refultate unferer Barometer-Formeln anzeigen, *dafs die Veränderungen der Temperatur fich gewöhnlich von der Luftfchicht, welche der Oberfläche der Erde nahe ift, zu den über ihr befindlichen verbreiten*, fo kommen doch einige Refultate vor, *welche einen entgegengefetzten Gang beweifen.*

Diefes find einige der Folgerungen, welche ich aus den Beobachtungen, die Sie uns verfchaffen, ziehen zu können geglaubt habe. Doch bin ich weit entfernt fie fchon jetzt für etwas Ausgemachtes und allgemein Geltendes auszugeben; ich begnüge mich

*) Wegen diefer vielen Anomalien, ihres Mangels an allem Verhältniffe, und der wohl bekannten Urfach, habe ich es bisher unterlaffen den Coefficienten der Thermometer-Stände zu vermindern, obgleich durch eine folche Verminderung, wie Sie fehr richtig bemerken, ein Theil der Unterfchiede zwifchen den Refultaten aus den in den Sommer-Monaten und den in den Winter-Monaten gemachten Beobachtungen verfchwinden würde. *D'Aubuiffon.*

vielmehr, sie fürs Erste Ihrer und der Physiker Aufmerksamkeit zu empfehlen. Durch die regelmäfsigen meteorologischen Beobachtungen, welche Sie auf dem St. Bernhard in Gang gebracht haben, erwerben Sie Sich um die Wissenschaft von den Modificationen der Atmosphäre das Verdienst, in ihr in Beziehung auf das, was in den höheren Regionen vor sich geht, eine neue Epoche zu begründen. Dürfen auch die Arbeiten, welche wir jetzt auf diese Beobachtungen gründen, nur noch als blosse Versuche betrachtet werden, um zur Einsicht zu gelangen, so bin ich doch überzeugt, dass wenige Jahre hinreichen werden, uns in den Stand zu setzen, den Gang und die Veränderungen des barometrischen Drucks in einer Höhe, wo man schon mehr als den vierten Theil der Masse der Atmosphäre unter sich hat, uns eben so genau kennen zu lernen, als er in den unteren Regionen uns jetzt schon bekannt ist. Dazu wird aber erfordert, dass die Beobachtungen auf dem St. Bernhard, wie in Genf, mit aller nur möglichen Genauigkeit und Umsicht gemacht werden. Zu wünschen wäre es, man stellte sie wenigstens ein Jahr lang von zwei zu zwei Stunden an. Auch wünschte ich sehr, dass man uns durch ein mit der äussersten Sorgfalt ausgeführtes und zwei oder drei Mal wiederholtes Nivellement den Höhen-Unterschied zwischen Genf und dem St. Bernhard, unabhängig von allen Messungen mit dem Barometer, kennen lehrte.

D'Aubuisson.

IV.

Ueber die Bewegungen des Barometers zu Berlin,

von

Leop. von Buch, k. Kh. u. Mitgl. d. Ak. d. W.

(vorgeles. in der kön. preuss. Ak. d. W. am 18 Mai 1818.) *)

Die meteorologischen Erscheinungen zu Berlin sind lange von Herrn von Beguelin, ehemaligem Mitgliede der Akademie, beobachtet, und viele dieser Beobachtungen in den Schriften der Manheimer meteorologischen Societät in aller Ausführlichkeit bekannt gemacht worden. Ueberzeugt, dass kein Instrument zu Auffindung meteorologischer Gesetze von grösserem Werth ist, als das Barometer, habe ich 5 Jahre dieser Beobachtungen, von 1782 bis 1786 (einschliesslich), untersucht. Die Regeln, welche sich für die Bewegungen des Barometers daraus ergeben, werde ich hier in der Kürze zusammen stellen.

Herr von Beguelin hat das Barometer täglich dreimal beobachtet, um 7 oder 8 Uhr Morgens, um 2 Uhr Nachmittags, und um 10 Uhr Abends, und den Stand des Thermometers am Barometer jedesmal angegeben. Die Barometerhöhen sind aber nicht auf gleiche Temperatur reducirt. Ich habe sie daher, um sie ver-

*) Frei ausgezogen aus dem eben erscheinenden Bande der Schriften dieser Akad. d. Wiss. auf die Jahre 1818 u. 1819. *Gilb.*

gleichbar zu machen, alle sorgfältig *auf den Frost-Punkt* zurück geführt. Das Barometer, womit die Beobachtungen gemacht wurden, ist nicht mehr vorhanden, bekannt aber, daſs es in dem ersten Stockwerke des Hauses des Hrn von Beguelin hinter dem Observatorium, etwa 22 Fuſs über der Straſse hing. Rechnet man die Mitte dieser Straſse zu 8 Fuſs Höhe über den mittleren Stand der Spree, und diesen zu 82 Fuſs über die mittlere Höhe der Nordsee, so war des Hrn von Beguelin Beobachtungsort 102 Fuſs über der Nordsee erhaben.

1. Mittlere Barometerhöhe zu Berlin.

Es geben die auf den Frost-Punkt reducirten Barometerstände folgende Resultate:

im Jahre	der Beobachtungen Anzahl	Summe	giebt im Mittel
1782	1015	330193,96‴	335,16‴ par. M.
1783	1098	368158,87	335,29
1784	1091	365487,52	335,004
1785	1088	364644,06	335,15
1786	1094	366545,3	335,05 „
		Mittel	335,137.

Daſs in einer so offenen und freien Gegend als die ist, welche *Berlin* umgiebt, die Ursachen der barometrischen Veränderungen besonders gleichmäſsig sich äuſsern, war zu vermuthen. Die allgemeineren, von entlegenen Gegenden herwirkenden Ursachen werden hier weniger von örtlichen Verhältnissen gestört, z. B. durch Luftströme in Thälern und an Berg-Abhängen, durch Hingang über Seen und Meere u. dgl. Der

mittlere Barometerstand, wie ihn die Beguelinschen Beobachtungen ergeben, kann überdem zu einem Beweise dienen, wie höchst nothwendig die Correction der Barometerhöhen wegen der Temperatur ist. Auch gute Physiker erlauben sich noch sie zu vernachlässigen, und liefern uns dadurch ganz falsche Angaben *). Ohne Correction würde das auffallende Resultat der Berliner Beobachtungen wenig hervortreten, „dafs nämlich alle Veränderungen im Barometerstande, so vielfältig und verschiedenartig sie auch seyn mögen, sich doch am Ende schon im Verlauf eines einzigen Jahres hier wieder compensiren."

Das Jahr 1783 war in ganz Europa durch einen röthlichen Dunst ausgezeichnet, während dessen sich das Barometer stets auf einer besonders grofsen Höhe erhielt; ohne dieses Jahr würde die Variation der mittleren Höhe nur 0,15 Linien betragen, ein Unterschied, welcher der unmittelbaren Beobachtung fast völlig entgeht.

Dieser mittlere Barometerstand des Beguelin'schen Beobachtungs-Ortes in Berlin, gleich 27″ 11,157‴ par. Maafs **), würde, bei einer Höhe desselben von 102 par. Fufs über die mittlere Höhe der Nordsee einen mittleren Barometerstand *am Meere* von 28″ 1,277‴ bei 0°, oder von 28″ 2,05‴ par. M. bei 10° Wärme

*) [Sehr erleichtern lassen sich diese Zeit raubenden Reductionen durch folgendes zuverläfsige und Lob verdienende Hülfsmittel: *Tafeln um Barometerstände, die bei versch. Wärmegraden beob. werden, auf jede beliebige Temperatur zu reduciren, von Dr. Winckler, Observator. Halle* 1820. 17 Bog. q. Gilb.]

**) Und dem entsprechend im mittlern Wasserspiegel der Spree von 27″ 11,55‴ p. M. bei 0° Wärme. Gilb.

geben. Anton Pilgram, (Wetterkunde S. 483) berechnet den mittleren Stand des Barometers zu Middelburgh im Jahre 1785 auf das Meer reducirt zu 28″ 1,8‴, wahrscheinlich bei 10° R. Die Berliner Beobachtungen dieses Jahres geben den mittleren Stand am Meere, bei dieser Temperatur, zu 28″ 2,056‴, welches 0,26‴ mehr ist. Auch von anderen Angaben der Barometerhöhe an der Nordsee weicht jene Bestimmung nicht bedeutend ab; die Ungewissheit über den absoluten mittleren Stand des Barometers an Hrn von Beguelin's Beobachtungs-Ort dürfte daher nicht über ½‴, und auf keinem Fall 1‴ betragen *).

2. Monatliche Variationen des Barometers.

Die Beguelin'schen Beobachtungen geben folgende mittlere Unterschiede der Barometerstände in Berlin für die verschiedenen Monate:

*) Könnte man sich auf diese Bestimmung völlig verlassen, so wäre sie von grossem Interesse für die Frage, ob sich der Druck der Atmosphäre im Laufe der Zeiten vermindere oder vermehre? Dass Veränderungen dieser Art vorgehen müssen, ist wahrscheinlich, und es ist unsere Pflicht, Materialien mit der grösstmöglichen Genauigkeit künftigen Physikern hierüber in die Hände zu liefern. Behauptet doch der Astronom Carlini in Mailand, dass die seit 30 Jahren auf der dortigen Sternwarte mit denselben Instrumenten angestellten Beobachtungen eine sehr bedeutende Verminderung der Barometerhöhe erweisen. Der mittlere Stand nämlich von 1764 bis 1792 war 27″ 9,104‴, von 1792 bis 1801 27″ 8,522‴; also Unterschied 0,582‴. Dieser Unterschied äussert sich, nach ihm, in der mittleren Höhe eines jeden Monats mehr oder weniger; zugleich sind der schönen Tage wenigere, der Regentage mehrere, und die Winter ein Weniges kälter, die Sommer ein Geringes wärmer geworden. *v. Buch.*

im Januar	16,48'''	im Juli	7,94'''
Februar	15,45	August	7,34
März	13,9	Sept.	11,28
April	11,16	Octob.	11,04
Mai	9,48	Nov.	14,4
Juni	7,64	Dec.	14,22

Es ist nicht zu erwarten, daſs das Gesetz dieser Unterschiede des höchsten und niedrigsten Standes des Barometers in den verschiedenen Monaten, schon von allen Zufälligkeiten bei einem Mittel von nur 5 Jahren befreit, und von derselben Regelmäſsigkeit sey, als man es wohl bei einem Mittel von 10 oder von 20 Jahren erhält. Ich hoffe jedoch, diese Curve in ihrer ganzen Reinheit aus den Beobachtungen zu erhalten, welche der Prediger Gronau seit einer so bedeutenden Reihe von Jahren in Berlin angestellt hat.

Alle meteorologische Erscheinungen, wenige auf das Ganze nicht einwirkende locale ausgenommen, gehen am Ende aus einerlei Princip hervor, nämlich aus dem *Unterschiede der Temperatur* an verschiedenen Orten der Erdoberfläche, und aus den Bewegungen der Luft, welche dadurch entstehen. Es ist einleuchtend, daſs dem zu Folge die meteorologische Lage eines Orts sich an jeder gesetzmäſsigen Folge von Erscheinungen in der Atmospäre muſs erkennen lassen, von welcher Natur diese auch seyen; eben darum, weil sie alle Functionen der Temperatur sind. Die Veränderungen des Barometers sind also eben so gut im Stande, uns über die Verhältnisse des Thermometers zu belehren, als dieses Instrument selbst, so wie umgekehrt das Thermometer die Bewegungen des Barometers verzeichnen kann. Ja das Barometer ist in den Anzeigen der Temperatur-Verhältnisse

ein noch weit ſicherer Führer, wie das ſchon Ramond ſehr richtig bemerkt hat; denn ein Thermometer zeigt nur die Wirkung der nächſten Luft, von der es umgeben wird, das Barometer hingegen die Wirkungen der ganzen Luft, bis zu ihren äuſserſten Gränzen hinaus. Deswegen müſſen wir wünſchen, das Geſetz der Barometer-Variation ganz klar aus den Beobachtungen hervorgewickelt zu ſehen.

Schon lange hat man auf die Verbindung dieſer Variationen mit der Temperatur hingewieſen. Es iſt zu auffallend, wie die Veränderung des Barometerſtandes gerade in den kälteſten Monaten am gröſsten iſt, am kleinſten hingegen, wenn der Wechſel der Wärme nicht groſs iſt, als daſs man dieſes hätte überſehen können. Eben dieſe Verbindung verräth ſich in der ſtets gröſser werdenden Bewegung des Barometers, wenn man die wärmeren und gleichförmigeren Climate verläſst, und gegen Norden oder Süden hinaufgeht; die Zahlen für die Variationen eines einzelnen Monats werden gröſser, und die Differenzen in den Wintermonaten bedeutender. In der folgenden Tafel findet man die Barometer-Variationen von *Martinique* (nach Chanvallon), von *St. Cruz* auf *Teneriffa* (nach Escolar Ms.), von *Rom* (nach Calandrelli), von *Berlin* (nach Beguelin), von *Upſala* (nach Proſperin), und von *Umeo* (nach Naezén) von mir zuſammen geſtellt.

Mittlere monatliche Barometer-Variationen an Orten von ungefähr gleicher *meteorologischer Länge*, in Pariser Linien

Ort:	St. Pierre Martin.	St. Cruz Tener.	Rom	Berlin	Upsala	Umeo
nördl. Br.:	15° 40′	28° 20′	41° 53′	52° 31′	59° 40′	63° 50′
Beobachter	Chanv.	Escolar	Calandr.	Beguelin	Prosper.	Naezén
Mittel aus	1 Jahre	3 J.	20 J.	5 J.	12 J.	3½ J.
Januar		7,033‴	11,24‴	16,48‴	15,99‴	16,05‴
Februar		5,627	10,215	15,45	15,34	18,42
März		5,345	9,54	13,9	15,13	16,4
April		4,5	7,96	11,16	13,4	12,8
Mai		3,15	7,035	9,48	11,82	14,47
Juni		1,87	4,895	7,64	9,93	10,74
Juli	1,33‴	2,06	4,225	7,94	8,29	8
August	2,5	2,06	4,075	7,34	9,81	10,59
September	3	2,25	5,7	11,28	11,61	14,63
October	2	3,657	7,61	11,04	14,29	16,6
November	2,25	3,376	8,69	14,4	16,27	15,62
December	2,66	4,22	10,915	14,22	15,32	18,05

Der Gang der *Temperatur* ist in den Curven, die diese Angaben in Zeichnung darstellen, völlig ausgedrückt. Die Bewegungen des Winters in *St. Cruz* auf *Teneriffa* erreichen nicht einmal die Unbeständigkeit des Sommers in *Berlin*, und der Sommer in *Upsal* vermag sich nicht durch zwei Monat in einigem Grade von Gleichförmigkeit zu erhalten. Der Anblick dieser Curven *) zeigt überall sogleich, bei welchen man sich mit der Anzahl der berechneten Jahre begnügen könne, und welche noch fernerer Berichtigung bedürfen. *Rom*, in einem nicht sehr wechselnden Clima, ist das Mittel von 12 Jahren, *Upsal*, mit ebenfalls sehr regelmäſsig fortlaufender Curve das Mittel

*) Da sie nichts Wesentliches sind, so haben sie hier ohne Nachtheil wegbleiben können. *G.*

von 20 Jahren. Dagegen zeigen die aus- und einspringenden Winkel in dem Herbsttheil der Curve von *Berlin* hinlänglich, daſs Durchschnitte noch mehrerer Jahre auch diese erst fortschaffen müssen; die Variation des Januar, welche die Curve von *Upsal* durchschneidet, ist ebenfalls offenbar viel zu groſs. Wirklich bestimmt der Prediger Gronau den mittleren höchsten Stand des Januar, von 1780 bis 1810 zu 28″ 8,494‴, und den mittleren tiefsten zu 27″ 4,86‴, welches nur eine Differenz giebt von 15,87‴, die sich sehr gut den übrigen Theilen der Curve anschlieſst. Den höchsten Stand des Barometers überhaupt sah Hr. Gronau im J. 1789 (347,625‴ od. 28″ 9,625‴) und den tiefsten im J. 1801 (324‴ od. 27″), beide für den Monat Januar. Der Ausdruck für *Umeo* ist sehr unregelmäſsig, allein es ist auch nur ein 3-jähriges Mittel. Indessen scheint doch wohl deutlich, wie die regelmäſsige Curve wohl laufen würde. Es ist leicht zu sehen, wie auch diese sich in allen ihren Theilen über der von Upsal hinbewegt, und die Zahlen der wahren Mittelvariation lieſsen sich im Voraus bestimmen.

Die Ursache dieser Bewegungen liegt wahrscheinlich im Wechsel der Winde, welche durch die Temperatur-Differenzen verschiedener Climate hervorgebracht werden. Daher das geringe Schwanken des Queckſilbers im Sommer, in welchem die Wellenbewegungen der Atmosphäre im Verhältniſs zum Winter fast unbedeutend sind. Und eben deswegen darf man nur solche Orte verschiedener Breiten in ihren Curven mit einander vergleichen, welche in einer gleichen *meteorologischen Längen-Zone* liegen, wie dieses ohngefähr mit den vorbezeichneten Orten der Fall ist,

Grösser sind die Bewegungen an Orten, welche unmittelbar von den Winden berührt werden, sobald sie den grossen Ocean verlassen, und so wie ihnen ein besonderes *See-Klima*, eine eigenthümliche *Temperatur-Curve* gegeben ist, eben so äussern sich diese Verhältnisse in den mittleren Variationen des Barometers. Im Jahre 1783 waren die Barometer-Variationen zu gleicher Zeit zu *Berlin* und zu *Middelburgh*, welches sogar etwas südlicher, aber völlig dem Seeklima unterworfen liegt, wie folgt:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Berlin	14,8	15	17,8	9,9	8	9,6
Middelburgh	15,13	21,31	23,25	11,81	8,19	10,05
	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Berlin	6,4	7,3	13,2	8,2	14,5	17,8
Middelburgh	7,13	6,12	14,03	8,61	15,96	17,65

Eben diese Verhältnisse finden sich, wenn man andere Orte in gleicher Breite mit einander vergleicht, von welchen der eine im Lande, der andere unfern der See liegt, wie etwa *Manheim* und *Rochelle*, *Petersburg* und *Bergen*. Die Bewegungen an der See sind verhältnissmassig viel grösser, aber auch viel gleichförmiger, als im Innern der Continente. Man sieht dieselben allgemeinen Ursachen wirken, wie z. B. die aussergewöhnlich grosse Bewegung im März so gut in *Berlin* wie in *Mittelburgh* sich geäussert hat; allein an der See haben Local-Winde, zurückkehrende Wirbel-Winde (*vents de remoux*), oder schiefe Winde von oberen Theilen der Atmosphäre herab wahrscheinlich weniger störenden Einfluss, der das allgemeine Gesetz in seiner Wirkung verändert, ver-

hindert, oder es vielleicht in manchen Fällen so völlig versteckt, daſs man es nur durch vielfältige Mittel von Beobachtungen wieder herauswickeln und entdecken kann.

3. Mittlerer Barometerstand bei verschiedenen Winden.

Lambert hat in den *Mem. de Berlin* 1777 p. 36, eine Formel gegeben, die mittlere Richtung und die verhältniſsmäſsige Stärke der Winde unter der Voraussetzung zu finden, daſs ihre Stärke der Anzahl der Tage proportional sey, an denen ein jeder Wind geweht hat. Diese Formel ist auf einfache Art aus der Zusammensetzung der Kräfte hergeleitet worden, und durch ihre Anwendung auf einige besondere Fälle hat Lambert sehr überraschende und belehrende Resultate erhalten. Er berechnet nämlich die mittlere Richtung und Stärke der Winde in einzelnen Monaten, und trägt sie auf eine Windrose auf. So findet sich dann, daſs von 1769 bis 74 die mittlere Richtung fast aller Winde zu *Berlin* zwischen West und Süd liegt; dagegen in *Petersburg* genau umgekehrt zwischen Nord und Ost. Die Bewegung der Luft, welche noch bei *Berlin* zum Pol heraufgeht, kommt bei *Petersburg* schon wieder vom Pole herunter. Diese Lambert'schen *Figuren* geben daher unmittelbar die *meteorologischen Längen-Zonen*, deren feste Bestimmung das vereinte Bestreben aller Meteorologen seyn sollte, denen die Entwickelung der Gesetze der Veränderungen des Luftkreises am Herzen liegt. Man wird, bei dem Anblick dieser Figuren, schon sehr bald überzeugt seyn, daſs jede Bewegung der Luft vom Aequator gegen die Pole, nicht blos in der Höhe *über* ein-

ander, sondern auch *neben einander* hin, ihren entgegengesetzten Strom von den Polen gegen den Aequator erzeugen müsse. Wo beide Ströme einander berühren, laufen sie häufig durch einander, und bilden einzelne, wenig ausdauernde *Wirbel-* und *Reflexions-Winde* (*vents de remoux*), durch welche man nicht selten über den Hauptwind ganz irre geleitet werden kann. Das Barometer wird dann ein Führer, wenn vorher durch eine grosse Reihe von Beobachtungen festgestellt worden ist, welche Höhe des Barometers jedem einzelnen Winde zukommt.

Herr Burckhardt in Paris hat, wie ich glaube, zuerst darauf aufmerksam gemacht, wie sehr verschieden die mittlere Barometerhöhe ist, wenn die herrschenden Winde verschieden sind. Ramond hat dieses Phänomen mit grossem Fleiss und grosser Ausführlichkeit verfolgt, und gezeigt, wie jeder Wind durch die Barometerhöhe, die er hervorbringt, charakterisirt ist. Umgekehrt dürfte daher die Natur jedes einzelnen Windes an verschieden gelegenen Orten sich aus der ihm eigenen Barometerhöhe erkennen lassen. Zu dem Ende, um dieses zu prüfen, habe ich in der folgenden Tafel alle Barometerhöhen, wie sie die von mir bearbeiteten 5 Jahre der von Beguelin'schen Beobachtungen geben, nach den 4 Cardinal-Winden und den 4 zwischen liegenden Winden geordnet, und daraus die Mittel gezogen. Auf diese Art ist die folgende Tafel entstanden:

Mittlerer Stand des Barometers zu Berlin bei verſchiedenen Winden, in par. Linien.

1) Für jedes der fünf beobachteten Jahre.

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
1782	336.78	335,76	334,69	333,65	332,9	333,86	336,11	336,29
1783	35,50	36,37	35,52	33,08	33,64	35,79	36,42	36,35
1784	36,32	35,91	35,2	33,89	32,75	34,2	36,53	35,16
1785	37,68	35,54	34,94	33,53	32,07	35,22	36,87	37,2
1786	37,86	35,73	35,32	33,77	32,13	34,48	35,62	37,22

2) Für die einzelnen Monate nach dem 5-jähr. Mittel.

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
Januar	335,37	336,62	334,52	332,78	331,86	333,38	339,31	334,76
Febr.	35.54	36,24	35,47	32,54	30,55	33,95	34,7	37,27
März	33,99	34,61	34,01	32,3	31,84	34,13	34,48	32,69
April	36,18	35,96	35,89	33,33	30,64	34,53	36,98	36,85
Mai	36,75	35,85	35,71	34,44	35,15	34,31	35,29	35,39
Juni	36,63	36,25	35,45	34,52	34,05	34,59	35,71	36,6
Juli	36,61	35,9	34,32	34,12	33,53	34,25	35,82	36,19
Aug.	36,52	36,08	35,3	33,48	33,1	34,4	35,98	34,31
Sept.	38,11	35,78	35,11	33,23	32,85	35,46	36,64	38,53
Octob.	35,44	36,66	36,22	34,42	33,52	35,48	38,15	37,9
Nov.	36,86	34,7	36,14	34,33	32,77	33,98	35,78	37,18
Dec.	35,93	35,53	35,24	35,13	31,93	35,77	35,58	35,97
Mittel aus allen	336,32	335,[illegible]	335,13	333,61	333,06	334,55	336,36	336,62

Das Reſultat dieſer Abeit iſt in der That überraſchend. Das Mittel der Barometerſtände bei NO-Wind iſt 336,62‴, bei S-Wind 333,06‴; giebt einem Unterſchied von 3,56‴!! Und regelmäſsig geht die Progreſſion durch alle übrigen Winde fort, doch ſo, daſs zwiſchen S und O die Barometerſtände ſich noch um Vieles ſchneller erheben, als zwiſchen S und N. Die nördliche Seite der *climatiſchen Windroſe* fängt zwar wohl in Weſten an, geht aber auf der öſtlichen Seite

bedeutend gegen Süden herunter, noch 30° 35′ unter den Ostpunkt, und daher noch etwas jenseits OSO; in diesen Punkten nämlich findet sich erst der mittlere Barometerstand wieder. Es könnte wohl Orte geben, an welchen die climatische Nordseite ganz gegen O fällt, und vielleicht selbst NW kaum erreicht.

Ob die grossen Verschiedenheiten dieser Differenzen in den einzelnen Monaten wirklich in Naturgesetzen begründet, oder Folge von Zufälligkeiten sind, welche 5-jährige Durchschnitte noch nicht haben wegwischen können, muss noch ferner untersucht werden. Die tiefen Stände des NO im Januar sind wohl etwas verdächtig.

Ramond meint, dass wenn die mittleren den Winden zukommenden Barom. Höhen bekannt sind, man aus ihnen häufig besser die *Richtung* der Winde bestimmen könne, als durch Beobachtung von Wetterfahnen. Wer wird den Zug oder die Reflexion in den Strassen einer Stadt aufzeichnen? Doch ist häufig der beobachtete Wind einem solchen ganz ähnlich. Es zieht z. B. eine Regenwolke vorbei mit SW, regnet aber aus localen erwärmenden Ursachen am Ort der Beobachtung nicht; die Tropfen werden wieder zu Dampf, und es kommt dem Beobachter ein ganz localer Wind zu, von einer Richtung, der allgemeinen vielleicht völlig entgegengesetzt. Eine solche leichte Modification in den untersten Luftschichten zeigt das Barometer nicht an; es behält den Stand des allgemeinen Windes. Dann aber werden wieder viel Beobachtungen erfordert, um diesen Fehler in den Registern zu zerstören. Ein Beispiel möge dieses erläutern. Am 6 Juni 1785 war zu *Berlin*

um 7 Uhr	Bar. 333,7'''	Therm. 12,8°	Regen.	SO.
2	332,8	14	Regen.	O.
10	332,8	11	heftiger Regen.	W.

Es hatte also an diesen letzteren Regen O- und SO-Wind keinen Theil. Schon in *Erfurt* hatte man dagegen zu derselben Zeit, am 6 Juni, folgenden meteorologischen Zustand:

um 7 Uhr	Bar. 327,9'''	Therm. 10,2°	Regen.	SW.
2	327,7	14,2	Regen.	W.

Hier war nichts von O- und SO-Wind; auch nicht in den vorigen Tagen. Dieses hätte der Barometerstand allein schon erwiesen und gezeigt, daſs O und SO höchstens nur Winde der Wirbelung (*vents de remoux*) hätten seyn können.

4. Mittlere Barometerhöhe bei Regen.

Die den Winden in Berlin nach unserm 5-jährigen Mittel zukommenden Barometerhöhen in Linien, stehen unter I; die ihnen *während des Regens* zukommenden mittleren Stände des Barometers unter II.

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
I.	336,32	335,85	335,13	333,61	333,06	334,55	336,36	336,62
II.	334,42	335,04	334,18	332,56	332,1	333,03	335,17	335,1
Differ.	1,9	0,81	0,95	1,05	0,96	1,52	1,19	1,52

Mit jedem Winde ist also bei Regen der Barometerstand beträchtlich tief unter dem bei diesem Winde gewöhnlichen. Dieses ist sehr merkwürdig.

Man sieht, der Wind des Regens muſs sich zum herrschenden erhoben haben, ehe der Dampf herausfallen kann. Er hat sich abgeregnet, ehe er die Ge-

gend von *Berlin* erreicht, und erwartet aufs Neue eine weitere Abkühlung, bis der noch rückbleibende Dampf das Maximum seiner Temperatur erreichen kann. Wahrscheinlich würden in *Middelburg*, und an *Englands* und *Irlands* Westküste, die Mittel der Barometerhöhen bei Regen nicht sehr von der gewöhnlichen mittleren Barometerhöhe abweichen, zum wenigsten schwerlich um 0,95''', 1,05''', 0,96''', wie hier bei W-, SW- und S-Winden.

Es geht hieraus eine kleine praktische Regel hervor. Es sind keine dauernde Landregen zu erwarten, so lange nicht das Barometer unter den mittleren Stand des herrschenden Windes herabsinkt.

Könnte man den N-, NO- und O-Winden die Regen entziehen, welche ihnen unrechtmäſsig zugerechnet werden, so würden ihnen wahrscheinlich wenige bleiben; aber doch immer einige. Denn es giebt zwei Ursachen des Regens, die von entgegengesetzten Eigenschaften der Winde hervorgebracht werden. Die SW- und die S-Winde von wärmeren Climaten verlieren in den kälteren Breiten ihre Temperatur, und der Dampf, den sie mitführen, sinkt endlich zu einer Temperatur herab, bei welcher er sich nicht mehr erhalten kann, da er dann als Regen herabfällt. Dieser Prozeſs geht unaufhörlich fort, so lange die warmen Winde fortwehen und sich erkälten können; daher ist diese Erkältung die bei Weitem vorzüglichste Quelle des Regens. — Ein N-Wind dagegen, der auf wärmere Luft fällt, wird diese ebenfalls erkälten, und dadurch Nebel und feine Regen hervortreten lassen; allein diese Wirkung ist nur von kurzer Dauer. Der N-Wind erwärmt sich selbst, seine Capacität für Dampf

wird bedeutend erhöht, und die Wolken und Nebel verschwinden. — Auf eben die Art werden die warmen Winde, die mit großer Dampf-Capacität ankommen, im Augenblick ihres ersten Erscheinens alle Wolken und Nebel auflösen, bis sie selbst so weit erkältet sind, dass der Dampf auf's Neue zum Herausfallen genöthigt ist. In der Schweiz, zwischen den Alpen und dem Jura, wo man nur SW- und NO-Winde kennt, und wo die Abwechslung dieser Winde daher auffallender ist, weiss man sehr wohl, dass der erste Tag des wiederkehrenden SW ein ganz außerordentlich heiterer Tag ist, mit einer Durchsichtigkeit der Luft, welche die Berge der Alpen gewöhnlich bis zum Erschrecken nahe herantreten läßt. Die Feuchtigkeit des SW bemächtigt sich aller festen Theile, welche bis dahin die Durchsichtigkeit der Luft getrübt und den Dunst gebildet hatten, den man *Heerrauch* zu nennen pflegt, (größtentheils wohl Staub von Pflanzen und Saamen von Moosen, hygroscopische Substanzen, die durch ihr Feuchtwerden durchsichtig, vielleicht auch schwerer gemacht, und dadurch zu Boden gesenkt werden). Der erste Tag der *Bize* dagegen ist ein grauer dicht umzogener Tag, *une Bize noire*, wie man sie nennt; die feinen Tropfen des Regens dieses Windes hängen sich fest an den näßbaren Körpern, und durchdringen was sie berühren; sie treten, so wie oben, so ebenfalls in der Luftschicht, in der man sich eben befindet, hervor, wie die Wolken auf Bergen, und 0,2 Zoll *Bize*-Regen (kaum wird er je mehr betragen) ist daher mehr von Reisenden gefürchtet, als 0,5 oder 0,8 Zoll Regen mit *Vent* (dem SW-Wind). Dieser fällt in Strömen von höheren Regionen herunter, und läuft

daher schnell ab von den Flächen, die ihm entgegen stehen.

Wenn daher auch nördliche Winde von wahren Regen-Winden nicht völlig können ausgeschlossen werden, so stehen sie hierin doch den S-Winden weit nach. Vergleicht man zu Folge der am Ende dieser Abhandlung stehenden Tafeln III und IV die Menge der *Regenwinde* mit der Menge der *Winde überhaupt*, so erhält man folgende Verhältnisse:

Nord	1 : 12,25	Süd	1 : 4,63
Nord-West	1 : 6,95	Süd-Ost	1 : 10,95
West	1 : 5,1	Ost	1 : 15,12
Süd-West	1 : 3,31	Nord-Ost	1 : 17

Fast jeder 3te SW-Wind ist daher ein Regenwind; dagegen bei NO-Winden unter 17 nur erst einer. Man sieht, wie sehr viel die Winde von NW bis S hierin die übrigen Winde überwiegen.

Nimmt man jedoch in die Zahl auch die *Schnee-Tage* auf, wie das wohl der Natur der Sache ganz gemäss scheint, so erscheinen folgende Verhältnisse der *Schnee- und Regen-Winde* zur Zahl der *Winde überhaupt*:

Nord	1 : 5,8	Süd	1 : 3,8
Nord-West	1 : 4,5	Süd-Ost	1 : 6,86
West	1 : 4,2	Ost	1 : 8,8
Süd-West	1 : 2,77	Nord-Ost	1 : 8,1

Es ist daher nur unter $2\frac{1}{2}$ Tagen des SW-Windes ein Tag ohne Regen und Schnee zu erwarten; dagegen werden bei O-Wind 8 Tage trocken seyn, und nur erst am 9ten wird Schnee oder Regen herabfallen. Diese Verhältnisse müssen sich nach den Monaten sehr abändern. Die beigefügte Tabelle I giebt davon eine Ue-

berſicht, ſo weit 5 Jahre ſie zu geben vermögen. Unter ihnen gehört das kleinſte Verhältniſs den SW-Winden im *Juli*; wenn auch nicht alle Regen bringend ſind, ſo ſind es unter 7 doch 4! gewiſs, und der mittlere Stand des Barometers bei denſelben iſt tiefer unter dem mittleren Barometerſtande dieſes Windes überhaupt, als man es in irgend einem andern Monat wieder antrifft. Es iſt nämlich der Barometerſtand im *Juli*: bei SW 333,61''', bei Regen 331,65''', alſo 1,96 oder nahe an 2''' niedriger! Freilich beträgt die ganze Anzahl dieſer Tage in dieſem Monat wenig über 9. Dagegen iſt bei Nord-Wind im *Juni*, ſelbſt unter 45 Tagen noch kein Regentag zu befürchten.

5. Mittlere Barometerhöhe bei dem Schneefall.

Auch für die Urſachen, welche den Schnee über die Erdfläche verbreiten, iſt die Betrachtung der Barometerhöhen nicht ohne Belehrung. Es zeigt nämlich I wiederum die mittleren Barom. Höhen der Winde überhaupt, und II die Höhen bei den Winden mit Schneefall,

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
I.	336,32	335,85	335,13	333,61	333,06	333,55	336,36	336,62
II.	333,25	334,37	333,62	331,93	330,76	332,21	333,38	333,75
Differ.	3,07	1,48	1,51	1,68	2,30	1,34	2,98	2,87

Bei keinem Winde ſteht alſo das Barometer während des Schneefalls in der dieſem Winde zukommenden Höhe, ſondern überall beſonders tief, vorzüglich bei N-, NO- und O-Wind, bei denen der Unterſchied bis auf 3''' ſteigt, und das Barometer auf einer Höhe ſteht, welche durchaus nur S-Winden zukommen ſollte. Doch ſind es gerade die nördlichen Winde,

durch welche am häufigsten der Schnee hervortritt. Die Menge der Schnee-Tage war nämlich folgende:

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
in 5 J.	38	74	51	54	17	25	24	60
in 1 J.	7,5	14,8	10,2	10,8	3,4	5,4	4,8	12

Hätte man blos diese Zahlen vor Augen, so würde man leicht glauben können, der Schnee werde uns von polarischen Gegenden durch nördliche Winde zugeführt; der Mittelstand des Barometers zeigt dagegen wie irrig ein solcher Schluſs seyn würde. Da er im Stande der S-Winde ist, so muſs die Nordluft bei Schneefällen nur eben erst erschienen seyn; und dann ist es klar, daſs der Schnee nur der Einwirkung der kalten Nordluft auf Dampf-haltende warme Luft von Süden her seine Entstehung verdankt. Und das geht noch deutlicher aus dem unter I folgenden Beispiele einiger Tage hervor.

Die Erkältung der Südluft und daher der Schneefall, ist um so gröſser, je bestimmter die nördlichen Winde herabkommen; haben sie sich aber völlig die Herrschaft errungen, so fällt kein Schnee mehr, oder höchstens nur noch in leichten kleinen und getrennten Flocken. Und hierdurch wird der Ausspruch, den man oft hört: „groſser Schneefall ziehe groſse Kälte nach sich," auf eine nähere Ursache zurück geführt. Die Nordwinde nämlich, als Ursache des Schnees, verbreiten die kalte Luft, und treiben zugleich das Barometer herauf. In dem unter II folgenden Beispiele stieg das Barometer nach dem Schneefall in einem Tage um 8,5‴. Wer das Barometer fleiſsig beobachtet, weiſs, daſs überhaupt die äuſserſten Extreme der tiefen und hohen Stände im Winter gewöhnlich gar wenige Tage

von einander entfernt ſind; und ich glaube bemerkt zu haben, daſs das Queckſilber vom tiefen Stande ſchnell zum höchſten hinaufläuft, nicht aber umgekehrt. Die Urſache dieſer Erſcheinungen kenne ich nicht.

I. März 1783.

am	Bar.	Ther.	
2. 10U.	328,11'''	−1°	SSW
3. 7	330,5	−2	NNO
			vielSchn
2	332,7	−0,5	N
10	334,8	−3,6	N

II. Februar 1786.

am	Bar.	Ther.	
12. 6U.a	330'''		SW
			ſtark Schn.
13. 7 m	333	+1,7°	NW
2 a	337,8	+1,4	NW
10	341,5	−0,3	NW
14. 7 m	343,2	−1,3	SW

Schneiet es mit W- und SW-Winden, wie das faſt eben ſo häufig als mit NO-Winden geſchieht, ſo iſt man wohl berechtigt anzunehmen, daſs dieſes in dem Augenblicke der ſchnellen Erkältung Statt findet, der eben ankommenden warmen Südluft an den Nordwinden, die durch ſie vertrieben werden. Einige nähere Angaben mögen dieſes erweiſen.

Am 20 Januar 1785, bei Temperaturen von — 4° am Morgen und — 2° zu Mittag, ſtieg das Barometer von 336 zu 336,6, 336,5''' mit Oſt und hellem Sonnenſchein; und es erhielten ſich dieſe Kälte und dieſe hohen Stände. Am 28 Januar fiel das Queckſilber 8''', und am 29 früh ſtand es nur noch 328''' mit SW-Wind. Sogleich ſchneite es mit wüthendem Winde, und Schnee fiel bis in den folgenden Tag.

Im Jahr 1786 fiel der erſte Schnee am 29 October. Seit 8 Tagen hatten Nordwinde geweht, NW und NO mit 342''' Barometerſtand, und die Temperatur war durch ihren Einfluſs tief herabgeſunken. Da erſchienen Südwinde, und zwar

		Barom.	Therm.
um 7 Uhr	SSW	340,4‴	8,5°
10			heftiger Schneefall
2	SSW	339,9	2,3
10	O	339,6	0,7 Schnee.

Nun trieb der O-Wind das Barometer wieder bis auf 341‴, und die Luft, die ſich bis — 2° erkältete, ward hell. Fiel nicht hier offenbar der Schnee aus dem erkälteten Süd-Weſt?

Im Anfange des März 1786 fiel ſehr viel Schnee mit NO- und N-Winden, bei ſehr niedrigen Barometerſtänden, von 329 an nur bis 334‴, aber bei tiefer Temperatur, indem nie, auch am Mittag, das Thermometer über — 3°, meiſtens — 5 bis — 7° ſtand. Am 12 März ſchneite es mit SSW, und nun ſtand das Barometer auf 333‴ und die Wärme ſtieg auf — 1° und + 1°. Wer möchte hier nicht glauben, es habe der das Barometer niederhaltende Süd-Weſt in den höheren Luft-Schichten ſchon fortwährend gewehet, und dort durch Erkältung vielleicht geregnet, und es ſeyen die tieferen Luft-Schichten, durch Erde berührende Nordwinde kälter geweſen, und in ihnen habe der Regen ſich zu Schnee geſtaltet. Denn gar häufig ziehen die wärmeren Winde in der Höhe fort, ehe ſie herabkommen; vielleicht geſchieht es jederzeit wenn Südwinde Nordwinde vertreiben. Zu *Inspruck*, im Thale des Inn, ſieht man nicht ſelten mitten im Winter den Schnee in 3000 Fuſs Höhe am Abhange der Berge völlig geſchmolzen, indeſs es im Thale bitter kalt iſt, und der Schnee auf dem Boden nicht einmal feucht wird. Dann ſagt man, der Südwind des Brenners drücke die Kälte von oben in das Thal herunter. Wie ſehr die-

ſes auch in *Berlin* ſichtbar iſt, möge wieder ein Beiſpiel erweiſen: Am 1 März 1783 fiel das Barometer bis am 2ten um 7 Uhr Morgens von 333,2 bis 328,2‴ bei Wind, der von NW durch O bis NO ging, und es ſchneite bei dieſem Winde. An dieſem Tage war

	in *Rom*			in *München*	
um 7 U.	332,9‴	NO	um 7 U.	312,04‴	S
2	331,3	SO	2	310,3	S
10	330	SW	10	308,5	W
am 2. 7	328,4	SSW			
2	324,4	SW			

Rom und *München* würden daher ſchon erwieſen haben, daſs der Fall des Barometers zu Berlin den Süd-Weſten zukomme, die daher in den oberen Regionen der Atmoſphäre fortziehen muſsten. Einige Tage ſpäter fiel das Minimum des Barometerſtandes dieſes Jahres, nämlich am 6 März des Abends, zu gleicher Zeit in *Berlin* (322,9‴ O-Wind) wie in *Rom* (327,3‴ S und SW-Wind). Durch fleiſsige Zuſammenſtellungen und Vergleichungen hat Herr Steiglehner in den Manheimer meteor. Ephemeriden bewieſen, daſs die *tiefen* Stände des Barometers ſich von SW gegen NO progreſſiv, etwa im Verlaufe eines Tages verbreiten. Schon daraus würde der O-Wind in *Berlin* ſehr verdächtig erſcheinen. Nun aber findet ſich dieſer tiefſte Stand am 6 März in *Middelburg* (320,4‴) mit WSW; in *Göttingen* mit S und SW; in *Düſſeldorf* mit S; in *Rochelle* mit SW. Das ſcheint doch in der That hinreichend, auch zu *Berlin* den SW-Wind in den oberen Theilen der Atmoſphäre zu erweiſen. Vielleicht herrſchte er ſchon in zwei- oder

drei-tausend Fuſs Höhe, und das meteorologische Phänomen wäre schon früher von den Beobachtern unmittelbar bemerkt worden, hätten die *Berliner* Gegenden ein Observatorium von einigen tausend Fuſs Höhe, wie so viele an Bergen liegende Städte in Europa. Ohne ein solches ist es nicht zu vermeiden, daſs man über eine groſse Menge meteorologischer Phänomene sich ganz falsche Ansichten bildet.

Auch die Temperatur, bei welcher der Schneefall am häufigsten ist, zeigt es, daſs der Schnee nicht mit Nord-Winden herabgebracht wird, sondern aus dem Conflict von Nord- und Süd-Winden in der Zeit ihres Streites entsteht. Aus vielen Zusammenstellungen nämlich finde ich die Mittel-Temperatur, bei welcher groſser Schnee fällt der dauernd den Boden bedeckt, nicht tiefer als — 3° höchstens, — 4°. So ist es selbst noch in *Grönland*, nach den Beobachtungen in den Manheimer Ephemeriden. Am 14 Januar 1808 sah ich es in *Norwegen* schneien bei — 10½° und O-Wind; der Schnee war trocken, und fiel nur in kleinen Flocken. Bei tieferer Temperatur wird es kaum noch schneien können. Auch gehört zum Schneefall, daſs bei dem Zusammenstoſs der Winde die südlichen wirklich hinreichend Dampf-haltig sind. In *Schweden* kann aus dem Westwinde, in *Drontheim* und *Wardoehuus* aus den Südwinden kein Schnee ausgepreſst werden, weil sie, von Gebirgen herabkommend und sich an der Seeluft erwärmend, in ihrer Dampf-Capacität zunehmen.

I. Mittlere Barometerhöhe während des Regens bei verschiedenen Winden, nach 5-jährigen Beobachtungen zu Berlin.

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
Januar	330	331,46	333,06	331,7	331,57	333,93	335,36	335,7
Febr.	36,95	36,05	35,44	31,98	31,5	34,08		36,8
März	27,36	35,07	32,19	30,42	29,71	34,05	32,33	31,23
April	33,86	35,23	34,66	33,6	30,14	33,7	32,65	33,26
Mai	34,86	34,7	35	33,46	35,66	33,34	33,5	35,26
Juni	34,8	35,85	33,94	35,56	33,02	35,04	33,65	36,75
Juli	35,03	35,15	34,16	31,65	32,85	34,49	33,42	35,92
August	34,62	36,3	34,22	32,74	32,13	34,84	36,06	34,13
Sept.	37,16	34,23	32,94	32,39	32,57	31,54	34,[illegible]	37,22
Octob.	31,4	34,57	35,41	33,7	32,39	32,93	36,07	34,22
Nov.	35,22	34,32	34,9	32,26	32,17	33,62		33,42
Dec.		33,62	34,97	34,96	30,59	39,16	37,[illegible]	
Mittel	334,42	335,04	334,18	332,56	332,1	333,03	335,17	335,1

II. Menge der Regen- und der Schnee-Tage zu Berlin in 5 Jahren *).

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
Januar	1 (5)	4 (11)	13 (4)	33 (8)	10 (7)	3 (10)	2 (6)	1 (3)
Febr.	3 (7)	2 (18)	5 (10)	23 (16)	6 (5)	1 (2)	(4)	3 (16)
März	1 (14)	2 (15)	9 (20)	7 (15)	8 (2)	3 (5)	1 (4)	1 (17)
April	6 (3)	10 (4)	15 (3)	10	3	2	2	5 (8)
Mai	3	16	20 (1)	30	6	7	7	5
Juni	1	23	25	16	5	4	4	4
Juli	7	26	37	26	9	5	8	2
August	7	13	37	46	10	3	10	4
Sept.	2	10	19	45	14	3	3	4
Octob.	3	9	13	18 (2)	6	7	2 (1)	4
Nov.	1 (5)	4 (15)	7 (10)	23 (1)	7 (1)	3 (2)	(1)	1 (5)
Dec.	(4)	5 (11)	14 (3)	5 (13)	4 (2)	1 (6)	3 (8)	(11)
Summ.	35 (38)	124 (74)	214 (50)	282 (55)	88 (17)	42 (25)	42 (24)	34 (60)
Mittel	7 (7,5)	24,8 (14,8)	42,8 (10,2)	56,4 (11)	17,2 (3,4)	8,4 (5)	8,4 (4,8)	6,8 (12)

*) Die Anzahl der Schneetage ist umklammert.

III. Verhältnifsmäfsige Menge der Winde in verschiedenen Monaten der 5 Jahr.

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
Januar	20	40	59	123	67	66	58	28
Febr.	48	70	42	80	35	35	29	74
März	40	65	98	64	48	41	43	53
April	32	82	73	44	16	61	56	63
Mai	31	94	89	77	16	30	57	48
Juni	45	127	101	40	12	21	49	48
Juli	41	113	149	47	22	23	37	30
August	27	61	142	122	23	33	33	21
Sept.	25	48	108	100	44	30	47	54
Octob.	49	53	92	89	38	42	73	27
Nov.	39	52	83	97	45	27	49	48
Dec.	32	57	55	52	32	51	104	82
	429	862	1091	935	398	460	635	576
Mittel	85,8	172,4	218,2	187	79,6	92	127	115,

IV. Verhältnifs der Winde, mit denen es geregnet oder geschneit hat (= 1), zur ganzen Menge *).

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
Januar	20 (3,68)	10 (2,67)	4,54 (3,35)	3,73 (3)	6,7 (4)	22 (5)	29 (9,6)	28 (7)
Febr.	16 (4,8)	35 (3,5)	8,4 (2,8)	3,48 (2,05)	5,83 (3,2)	35 (11,6)	0 (7,25)	25 (3,9)
März	40 (2,67)	32,5 (3,8)	10,9 (3,4)	9,14 (2,9)	6 (4,8)	13,66 (5,125)	43 (8,6)	53 (2,94)
April	5,33 (3,5)	8,2 (5,85)	4,86 (4)	4,4	5,3	30,5 (20)	28	12,6 (4,8)
Mai	10,3	5,87	4,45	2,57	2,66	4,3	8,14	9,6
Juni	45	5,52	4,04	2,5	2,4	5,25	12,25	12
Juli	5,85	4,35	4	1,8	2,44	4,6	4,625	15
August	3,85	4,7	3,83	2,75	2,3	11	31,8	5,25
Sept.	12,5	4,8	5,7	2,2	3,1	10	15,66	13,25
Oct.	16,3	5,9	7	4,96 (4,45)	6,33	6	36,5 (24,3)	6,75
Nov.	39 (6,5)	13 (2,74)	11,84 (4,0)	4,2 (4)	6,42 (5,62)	9 (5,4)	0	48 (8)
Dec.	0 (5,3)	11,4 (3,56)	3,93 (3,2)	10,4 (2,9)	8 (5,3)	51 (7,3)	34,6 (9,5)	0 (7,43)

*) Die Schnee-Tage sind in Klammern eingeschlossen.

V.

Worauf beruht das Magnetisch-werden des Eisens bei mechanischer Behandlung und beim Ablöschen desselben?

von

Dr. Poenitz, Arzt in Dresden.

Zu Versuchen, um diese Frage wo möglich zu beantworten, wurde ich durch die wichtige Entdeckung neuester Zeit, Eisen durch Electricität nach Belieben magnetisch zu machen, veranlaſst. Ich werde hier zuerst eine Bemerkung in Beziehung auf die diese Entdeckung begründenden Versuche hersetzen, welche ich bei Wiederholung der Versuche mit Maschinen-Electricität gemacht habe, und nirgends von Andern erwähnt finde; und mich dann zu jenem Gegenstand wenden.

1.

Wenn man anstatt den Eisenstift in einen schraubenförmig gewundenen Draht von Messing (oder einem andern des Magnetismus nicht fähigen Metall) zu legen, umgekehrt verfährt, und das Eisen schraubenförmig um einen Stab eines solchen Metalles windet, und dann durch diesen Stab die Electricität gehen läſst, (ich bediente mich einer Verstärkungs-Flasche) so wird der schraubenförmige Eisendraht eben so magnetisch, als ein Stift, der in einem electrisirten Schrau-

bendrahte gelegen hat. Windet man zwei ſolche Schrauben von *Eiſen*draht, die eine links, die andere rechts, um Metallſtäbe, ſo wird in beiden magnetiſche Kraft erzeugt, die Pole aber ſind auch, wie bei dem gewöhnlichen Verfahren, an denſelben Enden entgegengeſetzt; und iſt auch der umwundene Metallſtab ebenfalls Eiſen, ſo zeigt er dennoch dann keine Spur magnetiſcher Kraft. Ich bediente mich zu dieſem Verſuche einer Stricknadel und zweier ſchraubenförmig gewundenen Haarnadeln, welchen ich, um beim Abziehen die Reibung zu vermeiden, durch Windung um ein ſtärkeres Hölzchen ihre Form gegeben hatte, ſo daſs ſich die dünnere Stricknadel leicht durchſchieben lieſs. Die Stricknadel hatte ich an dem Ende, wo die Ausladung geſchah, mit einem Knöpfchen verſehen. Ein ſolcher ſchraubenförmiger Eiſendraht unmittelbar electriſirt, zeigte dagegen eben ſo wenig als ein gerader Metallſtab eine Spur magnetiſcher Kraft. Ferner bemerkte ich, daſs, wenn man eine Glasröhre mit einem ſchraubenförmig gewundenen Draht umgiebt, und über dieſen weg einen entgegengeſetzt gewundenen laufen läſst, beider Ende an der einen und an der andern Seite in einen Metallknopf vereinigt, und dann, wie gewöhnlich entladet, die in der Röhre liegende Stahlnadel nicht im Geringſten magnetiſirt wurde.

2.

Hämmern, Feilen, Bohren, Stoſsen u. ſ. f., ſo wie auch Ablöſchen von Eiſen, führen häufig den magnetiſchen Zuſtand deſſelben herbei, haben ihn aber auch öfters nicht zur Folge, obſchon dieſelbe Veranlaſſung gegeben zu ſeyn ſchien. Durch wiederholte

und mit aller Genauigkeit angestellte Versuche habe ich mich völlig überzeugt, daſs die Abänderung, welche die Beschaffenheit des Eisens, sowohl durch mechanische Behandlung, als auch beim Ablöschen (dessen Wirkung ich mir als erschütternd denke) erleidet, dasselbe durchaus nie magnetisch, sondern nur tüchtig macht, durch Einwirkung der magnetischen Kraft der Erde und des Himmels (?) es zu werden.

Um mich bei Mittheilung der Versuche möglichst kurz fassen zu können, will ich zunächst das verschiedene Verfahren angeben, dessen ich mich bediente, Eisen für magnetische Einwirkung empfänglich zu machen. Das Feilen, Bohren, Hämmern, Stoſsen, verlangt keine nähere Bestimmung, wohl aber das Reiben, Schnellen, und Ablöschen. Das *Reiben* bewirkte ich durch eine etwas schnabelförmig gebogene Zange, in welche ich das Ende einer Eisen-Nadel (ich bediente mich der gewöhnlichen Haar- und Strick-Nadeln) etwa 2 Zoll lang faſste, indem ich es der zugedrückten Zange wieder entzog. Das *Schnellen* (mit Hülfe der Elasticität bewirkte Erschütterung) wirkt am besten, wenn man eine nicht zu kurze Eisennadel an einem Ende faſst, das andere zurückdrückt, und dann losläſst; es wird verstärkt, wenn man dieses gegen einen harten Körper schnellt. Stricknadeln mittlerer Stärke sind sehr geeignet dazu. Das *Ablöschen* muſs rasch geschehen, damit die Wirkung recht durchdringend sey; starke Haarnadeln eignen sich gut dazu die beabsichtigte Wirkung schnell zu zeigen, welche durch Wiederholung des Verfahrens stets zu erzwingen ist. Weiches Eisen

wird schneller magnetisch als gehärtetes, dieses aber bleibt es länger.

Versuche.

1. Ich hielt eine gerad-gebogene Haarnadel in der Mitte, in horizontaler Richtung von O nach W, und bearbeitete mit der Zange erst das eine, dann das andere Ende, immer in dieser Richtung. Obschon es lange genug geschah, zeigte sich die Nadel doch nicht im Geringsten magnetisch. (Nur war die Wirkung, die sie als Eisen auf die Magnetnadel hatte, verstärkt worden.) *Schnellen* der Nadel, und *Ablöschen* des geglühten Endes, beides in *derselben* Richtung wie zuvor, hatten eben so wenig Erfolg. Ausdrücklich muss ich aber bemerken, dass, damit der Versuch rein sey, die Zange auch ganz horizontal während des Gebrauchs gehalten werden müsse.

2. Ich hielt eine Haarnadel (und bei Wiederholung des Versuchs eine Stricknadel mittlerer Stärke) an dem oberen Ende, und schnellte einigemal das untere. Dieses war dadurch zum Nordpol, und das obere zum Südpole geworden. Oft aber (im Fall die Wirkung nicht stark genug gewesen war) war am oberen Ende noch nicht Südpol, nur stärker wirkendes Eisen wahrnehmbar. Wiederholung des Verfahrens entwikkelte aber diesen dann sehr bald; am schnellsten geschah dieses jedoch, wenn nach dem Schnellen des untern Endes auch das obere einigemale geschnellt wurde. Kehrt man, wenn beide Pole hinreichend entwikkelt sind, die Nadel um, so dass der Südpol nach unten kommt, so bleiben sie doch wie sie waren; schnellt man aber die Nadel dann wieder auf bemerkte Art, so

werden (wenn es recht allmählig geschieht) die Enden sich erst blos wieder als freies Eisen zeigen, und auf Wiederholung des Verfahrens zu entgegengesetzten (ihrer nunmehrigen Richtung entsprechenden) Polen werden. Biegt man eine Stricknadel krumm, und hält sie in der Mitte, so, dass beide Enden nach *unten*, oder beide nach *oben* gekehrt sind, (wobei verticale Richtung der Enden im strengsten Sinne nicht Statt findet, auch nicht nöthig ist) und schnellt sie erst mit dem einen, dann mit dem andern Ende wiederholt an einen harten Körper, indem man sie dabei stets in derselben Richtung läfst, so werden im ersteren Falle beide Enden zu Nordpolen, im letzteren beide zu Südpolen, und zwar nicht blos für einen Augenblick.

Die übrigen mechanischen Bearbeitungen des Eisens, so wie das *Ablöschen*, geben, bei Beachtung derselben Richtung, dasselbe Resultat. Ich kann hier zu erwähnen nicht unterlassen, dass, wenn ein in horizontaler Richtung von O nach W (S. 318) bearbeiteter Eisenstab, anstatt unmagnetisch zu bleiben, doch bisweilen süd- und nord-polarisirend am bearbeiteten Ende wurde, dies blos vom Halten der Zange herrührte, indem die Arme derselben nach oben oder unten (nicht horizontal) gehalten, dem süd- oder nord-polarisirenden Wirken Leiter sind, so dass dieses an den Eisenstab, der innigsten Berührung wegen, in welcher er mit der bearbeitenden Zange ist, übergeht, und zwar, auch nach der Entfernung dieser, bleibend. Man kann den Beweis dafür dadurch führen, dass man, absichtlich so verfahrend, beliebig Nord- und Südpol machen kann, je nachdem man die Zangen-Arme nach unten,

oder nach oben, während der Bearbeitung gerichtet hält. Und diesen Einfluss muss man bei mehreren dieser Versuche im Sinne behalten.

3. Ich hielt eine Eisennadel in der Richtung von S nach N. Die Versuche gaben alle unter 2. aufgeführte Resultate, indem das von S her sich äussernde magnetisirende Wirken dem vom Himmel herab, und das von N her dem aus der Erde herauf gänzlich entspricht; so, dass man den Pol, der durch Benutzung einer dieser homogenen Wirkungen entwickelt ist, durch Benutzung der ihr entsprechenden mehr und mehr verstärken kann. Es lassen sich daher auch 2 Nord- oder 2 Süd-Pole an den Enden einer Nadel entwickeln, wenn man sie in einen rechten Winkel biegt, und das eine Ende nach Norden, das andere der Erde zukehrt, oder das eine nach S, das andere lothrecht aufwärts gerichtet, behandelt. Doch zeigt sich dabei recht auffallend, wie die N-Wirkung von der Erde herauf die von N her an Intensität übertrifft, so wie die S-Wirkung vom Himmel herab die von S; in den ersteren Richtungen der Nadel bewirkt bisweilen ein einziger Zangenzug, was in den letzteren viele kaum vermögen. Von den übrigen Arten der Bearbeitung und dem Ablöschen gilt dasselbe. Jene Richtungen geben zwar, wenn man sie genau beobachtet, eine schnellere und entschiedenere Wirkung, doch finden diese in minderem Grade noch Statt, wenn man auch von denselben ziemlich weit abweicht.

Diese Versuche scheinen mir *erstens* zu erwiesen, dass die magnetische Kraft, welche unter den bemerkten Bedingungen dem Eisen zu Theil wird, nicht in oder an demselben erzeugt, sondern demselben nur mit-

getheilt wird, um so stärker und bleibender, je tüchtiger es geworden ist, in diese Verbindung einzugehen und darin zu beharren. *Zweitens* scheinen sie mir ein indirecter Beweis für die Meinung zu seyn, dass bei dem Magnetisiren des Eisens durch Electricität die Electricität durch gewisse Modification magnetische Kraft werde, indem dieses Magnetisiren in jeder Stellung und Lage des Eisens gelingt, und somit von dem Erd- und Himmels-Magnetismus als durchaus unabhängig erscheint. Dennoch muss sowohl die durch Electricität als auch die durch den Magnet dem Eisen mitgetheilte magnetische Kraft, der auf angegebene Art begünstigten Einwirkung jener weichen.

VI.

Eine auffallende Beziehung zwischen den Erscheinungen des Magnetismus, Galvanismus und Phytoismus;

nebst einem Vorschlag zu einem belehrenden Versuch über den Einfluss des Galvanismus auf den Phytoismus,

vom

Grafen Georg von Buquoy in Prag.

So wie der *Magnetismus* den Inbegriff und das Wesen der magnetischen Erscheinungen, der *Galvanismus* den Inbegriff und das Wesen der galvanisch-electrischen Erscheinungen ausdrücken, eben so begreife ich unter dem Ausdrucke *Phytoismus* den Inbegriff und das Wesen aller Erscheinungen des Pflanzenlebens.

Hebt man aus der unendlichen Menge der im *Magnetismus*, *Galvanismus* und *Phytoismus* hervortretenden Erscheinungen blos diejenigen heraus, worin sich unmittelbar und allein eine *Beziehung auf die Weltgegenden, auf bestimmte unserm Planeten entsprechende Richtungen* äussert, so kömmt man leicht auf die höchst interessante Bemerkung, „dass jene dreierlei Erscheinungen zusammen genommen, der Beziehung auf die drei Dimensionen des Raumes ein volles Genüge leisten, und dass sie, in dieser Hinsicht, gleichsam als sich ergänzende Erscheinungen zu betrachten sind."

Folgendes wird das Gesagte deutlicher machen:

Jedem Standpunkte des Erdkörpers unter dem Aequator entsprechen folgende *drei einander senkrecht durchschneidende Richtungen:* Erstens von *Süd nach Nord* und umgekehrt; zweitens von *Ost nach West* und umgekehrt; drittens von *Zenith nach Nadir* und umgekehrt.

Es bezieht sich auf die erste dieser (die drei Coordinaten-Axen des Erd-Sphäroides ausdrückenden) Richtungen bekanntlich der *Magnetismus*, vermöge der Lage der Magnetnadel; auf die zweite der *Galvanismus*, laut der der Magnetnadel ertheilten Declination nach Ost oder West (nach Oersted's Entdeckung); auf die dritte der *Phytoismus*, gemäss des an höher organisirten Pflanzen, vom *punctum saliens* des Saamenkeimes aus, nach dem Zenith und Nadir hin schiessenden Stengel- und Wurzel-Triebes. Dieses letztere bedarf einer Erläuterung.

So allgemein auch die Meinung verbreitet ist, dass die Richtungen des Wurzelkeimes und des Blüthen-

keimes (den einige *Lichtkeim* nennen wollen) blos durch Finsterniss und Licht bestimmt sey, so ist doch diese Ansicht vollkommen falsch. Dass vielmehr die Richtung der Wurzel- und Stengel-Triebe sich wesentlich auf die *Lage vom Nadir und vom Zenith* beziehe, habe ich durch sorgfältig angestellte Versuche in meinen „Skizzen zu einem Gesetzbuch der Natur" Leipz. bei Breitk. u. Härt. 1817 §. 297 f. dargethan, woraus ich hier nur kurz das Wesentlichste vortragen will.

Ich liess (im Juni 1816) einen hölzernen Cylinder gegen 3 Fuss hoch und 6 Zoll im Lichten verfertigen, welcher unten geschlossen, oben offen war. Der Boden wurde in der Mitte kreisrund ausgeschnitten, und eine 3 Z. weite, genau hinein passende blecherne Röhre, von der Länge des Cylinders, hineingezwängt, so dass die Axen der beiden Cylinder in einander fielen. Den Zwischenraum zwischen beiden Cylindern füllte ich so genau mit feinem Sande aus, dass in die blecherne Röhre kein Licht als von oben hinein dringen konnte. Unter der Röhre war am Boden des hölzernen Cylinders ein Siebtuch angenagelt, und der Apparat wurde so gestellt, dass das Siebtuch unten, der offene Theil der Cylinder oben, und die gemeinschaftliche Axe beider lothrecht war. Nun schüttete ich in die Blechröhre auf das Sieb 3 Linien hoch Erde, säete in ihr Gerste, und bedeckte sie mit 3 Zoll Erde. Täglich wurde schwach begossen; diesen Augenblick ausgenommen war der obere Theil der Cylinder stets so genau verschlossen, dass in der Blechröhre die vollkommenste Finsterniss herrschte. Nach einigen Wochen zeigten sich weisse Wurzeln, welche das Sieb *vertikal hin-*

ab durchdrangen, und sich zum Theil mit demselben verflochten. Auch zeigte sich bald darauf die aus der Erde *vertikal aufsteigende* hervorkeimende Gerste, welche ganz die Gestalt der gewöhnlichen jungen Gerstenpflanze hatte, nur mit dem Unterschiede, dass sie bloss strohgelb, beinahe weiss war, welches wohl nur von dem Abgange von Licht herrührte. Nachdem die Gerste einige Zeit so fortgewachsen war, und eine Höhe von etwa 6 Zoll erreicht hatte, fing sie an abzudorren.

Das *Licht* hatte hier auf die *Richtung*, nach der die Wurzeln und Blätter wuchsen, *keinen Einfluss*; denn wäre es das Licht, welches den Blüthenkeim bei den Pflanzen aus der Erde von unten hinauf zu schiessen bestimmt, so hätte in diesem Versuche, wo das Licht *nur von unten eindringen konnte*, *und oben Finsterniss herrschte*, *der Blüthenkeim hinab*, *und der Wurzelkeim hinauf* wachsen müssen. Es war also hier *blos die Lage vom Zenith und Nadir das bestimmende Princip in der Richtung*.

Ein andermal nahm ich eine hohle messingne Kugel von 1 Zoll Durchmesser, die sich in zwei Hälften trennen liess, und an der Oberfläche mit nahe an einander stehenden kleinen Löchern versehen war. Ich füllte sie mit Gartenerde und säete einige Körner Gartenkresse in den Mittelpunkt, d. h. in die Mitte des in der Kugel eingeschlossenen Erdkügelchens. Die Kugel wurde an den Zeiger einer Wanduhr befestigt, und war daher beständig im Umdrehen; so dass es für den keimenden Saamen weder ein *Oben* noch ein *Unten* gab. Die ganze Vorrichtung befand sind in einer mässig geheitzten Stube, und die Kugel wurde täglich

mit Waſſer benetzt, um die eingeſchloſſene Erde fortwährend feucht zu erhalten. Iſt nun die Lage vom Zenith und Nadir wirklich das beſtimmende Princip an der Richtung des Sproſſens der Wurzel- und Stengel-Triebe, ſo muſste hier entweder das Wachſen gar nicht erfolgen, oder es muſste ein gleichnamiges Sproſſen nach mehreren entgegengeſetzten Seiten zu gleicher Zeit vor ſich gehen. Es erfolgte das Letztere; denn nach ungefähr 10 Tagen ſah ich durch die Löcher der meſſingnen Kugel, nach mehreren Seiten hin, kleine Keime hervorſtehen. Es bildete gleichſam das Sproſſen ein centrales Ausſtrahlen von Keimen aus dem Mittelpunkte der Kugel, und es war unmöglich, beim Oeffnen der Kugel, die Blüthenkeime und Wurzelkeime von einander zu ſondern, alles war unter einander wie verfilzt; *ſowohl Wurzel- als Blüthen-Keime ſproſsten vom Centro aus nach der Peripherie der Kugel hin.*

Als ich den Verſuch zum Zweitenmale machte, zog ich die Uhr nicht auf, wodurch die Kugel unabänderlich in einer und derſelben Lage blieb. In dieſem Falle geſchah das Wachſen der *Wurzeln herab*, und das Wachſen der *Blüthenkeime hinauf*; auch war es beim Oeffnen der Kugel leicht die Pflanzen von einander zu ſondern, da ſie neben einander liegende Streifen bildeten.

Dieſe letztere Betrachtung über die dem *Zenith und Nadir* entſprechende Richtung *im Schoſſen der Stengel- und der Wurzel-Triebe*, veranlaſst mich, den Naturforſchern, welche ſich mit den galvaniſchen Verſuchen beſchäftigen, folgenden höchſt lehrreichen Verſuch vorzuſchlagen.

Vorgeschlagener Versuch.

„Man bringe einen *keimenden Saamen*, in die *Wirkungssphäre des geschlossenen galvanisch-electrischen Kreises*, und sehe zu, ob das Schossen der Stengel- und Wurzel-Triebe, nicht *eine Abweichung von der Zenith- und Nadir-Richtung erleide*, etwa um das *punctum saliens* des Saamenkeimes von der Verticallinie ab, jedoch in der durch Ost und West gezogenen Verticalebene bleibend.“

Am zweckmäſsigsten möchte es seyn, ein Stück des Verbindungsdrahtes lothrecht (als der Normalrichtung des Schossens) nahe am Saamenkorne herabsteigen zu lassen, und zwar in der Ebene des Meridians, und zu versuchen, ob eine *entgegengesetzte* Abweichung (analog der Oersted'schen Entdeckung) von Normalschossen entstände, wenn man, in zwei Versuchen, den lothrechten Verbindungsdraht einmal *vor* und einmal *hinter* der durch Ost und West gezogenen Ebene herablaufen lieſse. Auch möchte es gut seyn, den Versuch an einer *Wasserpflanze* zu machen, da im Wasser jede Ablenkung ohne Widerstand erfolgt und leicht beobachtet werden kann. Vollkommen eignet möchte sich zu einem solchen Versuche des Hrn Dr. Gilberts sinnreicher Apparat (Jahrg. 1820 St. 12, Taf. III Fig. 1), wegen des vertical stehenden Zinkstreifens *B* an demselben.

Sollte ich Gelegenheit und Muſse dazu finden, so würde ich diese Versuche auch selbst anstellen, und die Resultate dann zu seiner Zeit bekannt machen.

VII.

Physikalisch-chemische Bemerkungen

von

Professor Döbereiner in Jena.

1.

Ich habe in diesem Winter bemerkt, daſs die Erscheinung der *entoptischen Farben* in schnell abgekühlten *Glaswürfeln*, in *Bernstein* etc., durch schnellen Temperaturwechsel dieser Körper verändert wird, und daſs mehrere zu einem Würfel aufgehäufte *Platten* von Spiegelglas, welches langsam gekühlt worden war, und in dem einfachen Spiegel-Apparate nicht die geringste entoptische Erscheinung gab, stets ein schwarzes Kreuz darstellten, wenn sie durch eine kaltmachende Mischung von salzsaurem Kalk und Schnee möglichst erkältet wurden, und man sie in diesem Zustande in ein geheitztes Zimmer brachte und in jenem Apparate beobachtete. Das Kreuz erschien nie augenblicklich, sondern erst nach 20 bis 30 Sekunden; es verlor sich allmählig wieder, wenn durch die Wärme des Zimmers die Temperatur der Glasplatten allmälig stieg.

Ist diese Erscheinung nicht sehr analog dem electrischen Verhalten des *Turmalins*, des *Boracits* etc. bei Veränderung der Temperatur derselben?

Ich will hier nachträglich noch bemerken, daſs Glaswürfel, welche die glänzendsten entoptischen Farben zeigen, auf folgende Art erhalten werden. Man

laſſe das cylindriſche Stück eines Glasſtöpſels durch Schleifen auf dem Schleifſtein in einen Würfel umformen, lege dieſen auf ein Platinblech, und umgebe daſſelbe allmählig überall mit glühenden Kohlen, die man anfache bis der Würfel hellroth glüht. In dieſem Zuſtande nehme man ihn aus dem Feuer, und laſſe ihn auf dem Platinblech in freier Luft erkalten. Ich beſitze auf dieſe Art bereitete Würfel, welche nur 2 bis 3 Linien Durchmeſſer haben, und die ſchönſten Farben etc. zeigen.

2.

Wenn man auf *oxalſaures Silberoxyd* Feuer oder die condenſirten Sonnenſtrahlen wirken läſst, ſo zerfällt daſſelbe unter ziſchendem Geräuſche plötzlich in *Kohlenſäure* und metalliſches *Silber*. Hierbei wird ſo viel Electricität erregt, daſs, wenn man den Verſuch auf dem Teller des Goldblatt-Electrometers unternimmt, die Goldblättchen bei der Verpuffung einzelner Staubtheilchen jenes Salzes ſchon aus einander fahren, bei Zerſetzung gröſserer Mengen, von etwa ¼ Gran, aber bis an die Glaswand abgeſtoſsen werden. — Andere oxalſaure Salze, welche in hoher Temperatur ebenfalls verpuffend in Metall und Kohlenſäure zerfallen, wie z. B. das *oxalſaure Queckſilber-Oxydul*, das *oxalſaure* (ammoniakal.) *Kupfer*, das *Brugnatelliſche Knallſilber* etc., geben bei ihrer Zerſetzung nur äuſserſt ſchwache Anzeigen von Electricität.

Ich glaube daſs die Mittheilung jener Beobachtung den Phyſikern angenehm ſeyn werde, weil ſie dadurch von einer Subſtanz Kenntniſs erhalten, welche im hohen Grade geeignet iſt, das Auftreten der Electricität bei *chemiſcher Wechſelwirkung* durch einen ſchönen

einfachen Verſuch darzulegen. Aber, was merkwürdig iſt, dieſer Verſuch gelingt nur dann, wenn das Salz auf dem Electrometer-Teller frei liegt: bedeckt man es, ſelbſt nur mit einem groſsen Uhrglaſe, ſo werden beim Verpuffen deſſelben unter dieſem Glaſe gar keine Zeichen von electriſcher Thätigkeit wahrgenommen.

3.

Ich finde, daſs die im Waſſer aufgelöſte *Oxalſäure* (Sauerkleeſäure) von allen *Hyperoxyden*, wie z. B. von Braunſtein, vom braunen Bleioxyd, von den ſchwarzen Oxyden des Kobalts und Nickels, von Chroamſäure etc., in *Kohlenſäure* verwandelt wird. Da nun in der Oxalſäure 3, in der Kohlenſäure aber 4 Antheile Sauerſtoff enthalten ſind, ſo darf man die Volum-Menge der gebildeten Kohlenſäure nur mit der Zahl 4 dividiren, um die Menge des überſchüſſigen Sauerſtoffs zu finden, welcher in einer beſtimmten Quantität eines der genannten Hyperoxyde enthalten iſt. Ich habe dieſes Verfahren auf die Zerlegung des *ſchwarzen Erdkobalts von Saalfeld* angewendet, und dadurch gefunden, daſs in 100 Gewthlen deſſelben 7,27 Gwthle überſchüſſigen Sauerſtoffs, und auſserdem, als Hauptbeſtandtheile,

34,37	Gwthle Kobalt-Oxydul,	
33,47	Mangan-Oxydul	und
24,56	Waſſer	

enthalten ſind. Ob der Sauerſtoff mit dem Kobalt-Oxydul, oder mit dem Mangan-Oxydul, oder mit beiden verbunden geweſen ſey, konnte ich nicht genau ausmitteln. Ich vermuthe das letzte; denn Salpeterſäure wirkt auf das Foſſil *nicht* ein. Es könnte aber auch ſeyn, daſs zwiſchen beiden Oxyden ein ſalzartiges Verhältniſs Statt fände. — Uebrigens hat man hier das

Hydrat eines gemischten Oxydes, in welchem die Menge des Sauerstoffs des Wassers, fast genau der Menge des Sauerstoffs der beiden Oxyde entspricht.

4.

Berzelius hat Thomson's Versuch über die Wirkung der concentrirten Schwefelsäure auf *Eisenblausaures-Kali* wiederholt, und nach seiner Angabe gar nichts von einem brennbaren Gas erhalten. Dieses veranlasste mich, den Gegenstand aufs neue in Untersuchung zu nehmen, und nachzusehen, ob ich mich in meinen ersten Versuchen, in welchen ich (statt des von Thomson angekündigten Wasserstoff-Kohlenoxyd-Gases) blos reines mit wenig Blausäuregas gemischtes Kohlenoxydgas erhielt, getäuscht habe. Ich setzte zu dem Ende 20 Gran Eisen-blausaures-Kali mit 150 Gran Vitriolöhl in Berührung und liess nun auf das in einer kleinen pneumatischen Glaskugel enthaltene Gemisch die Wärme einer Spiritus-Lampe wirken. Der Erfolg war, wie ich ihn früher wahrgenommen hatte: es entwickelte sich nämlich sehr bald eine grosse Menge einer farbenlosen elastischen Flüssigkeit, welche an Wasser etwas schweflige Säure, und an Kali-Auflösung ohngefähr ¼ ihres Umfanges Blausäure abgab. Das rückständige Gas war entzündlich, und gab mit einem gleichen Volum Sauerstoffgas gemischt, durch Verpuffung im Quecksilber-Eudiometer genau ein demselben gleiches Volumen Kohlensäure-Gas, *wobei die Hälfte der angewandten Menge Sauerstoffgas zurückblieb.* Dieser Versuch wurde mehrere Male in Gegenwart vieler Studenten, welche sich unter meiner Leitung mit analytischer Chemie beschäftigen, wiederholt, und er gab stets dasselbe Resultat.

In dem Processe jener Wechselwirkung wird zugleich eine grosse Menge *Ammoniak* gebildet, welches mit der Schwefelsäure verbunden bleibt. Man sieht daraus, dass der ganze Erfolg bedingt ist durch das Wasser des Eisen-blausauren-Kali und der Schwefelsäure. Der Kohlenstoff des Cyanogens [Blaustoffes] nimmt den Sauerstoff, und der Stickstoff desselben den Wasserstoff des Wassers und der Blausäure auf, wodurch ausser dem Ammoniak, das Thomson ganz unbegreiflicher Weise übersehen hat, nichts anderes als Kohlenoxyd-Gas gebildet werden kann. Denn

wenn wir die chemische Constitution der Blausäure durch die Formel $CN'H$ (= 11,4 Carbon, C, + 13,5 Stickstoff, N', + 1 (0,94) Wasserstoff, H), die Zusammensetzung des Kohlenoxyd-Gas und des Ammoniaks aber durch die Zeichen CO^2 und $N'H^3$ ausdrücken; so ergiebt sich, daſs 1 Antheil Blausäure 2 Antheile Wassers, $= 2O + 2H$, bedarf, um mit den Elementen desselben die genannten Produkte zu bilden; und dann sind $CN'H + 2HO = N'H^3 + CO^2$.

Würde nun das Eisen-blausaure-Kali im *wasserleeren* Zustande mit einer Menge von Schwefelsäure in Berührung gesetzt, in welcher eine kleinere Menge Wassers als die geforderte enthalten wäre, so müſste offenbar ein ganz anderer Erfolg eintreten; und wahrscheinlich war dieses der Fall in Hrn Berzelius Versuche.

5.

Man kündiget uns schon wieder ein neu entdecktes Alkali der organischen Natur, ein *Alkali des Harnes* oder der Blasensteinsäure an, welchem man, da es feuerbeständig seyn soll, den sonderbaren Namen: *Apyre*, gegeben hat. Ich habe mich bemüht, dasselbe auf dem vorgeschriebenen Wege zu erhalten, aber das, was sich mir darstellte, war blos *phosphorsaure Magnesia* vermengt mit phosphorsaurem Kalk; also wieder jener Apatit, den ich in dem Stoffe des Bilsen- und des Schierlings-Krautes entdeckt habe. Ich will jedoch durch diese Mittheilung das Daseyn des „Apyres" nicht zweifelhaft machen, sondern nur Veranlassung geben, zu weiterer und genauerer Untersuchung der Blasenstein-Säure, welche sich aus dem Harne *verschiedener* Individuen scheidet, zugleich aber auch bekennen, daſs ich an keine *feuerbeständige* organische Substanz, also auch an kein *fixes* organisches Alkali glaube. Die feuerbeständigen Theile der Thierkörper haben ihren Ursprung aus der Erde, und kommen in sie durch die Pflanzen, welche als Nahrungsmittel dienen.

Ein Alkali des Harns haben wir in dem sogenannten Harnstoffe, in jener Materie, welche sich so begierig mit der Salpetersäure verbindet und sich fast ganz in kohlensäuerliches Ammoniak auflöset, wenn Feuer oder andere zerstörende Potenzen auf sie einwirken.

VIII.

Ueber das Geräusch beim Nordlichte;

aus e. Briefe des Hrn Garnis. Pred. Winkler, Dr. Ph., in Altenburg.

So eben lese ich in Ihren schätzbaren Annalen die gehaltreiche Abhandlung Biot's über das Nordlicht, und finde des Geräusches erwähnt, das mit dieser Erscheinung verbunden seyn soll. Auch unsern Gegenden ist dieses leise Knistern, Säuseln, Fächeln, Schwirren nicht fremd, und ich erinnere mich noch recht deutlich aus meinen Jugendjahren, die ich in der Saalgegend oberhalb Jena verlebte, dafs man nach gesehenem Nordlicht (diese Erscheinung war damals noch nicht ganz selten) über dieses Geräusch sprach. Ohne den Sagen der Landleute zu viel zu trauen, möchte ich ihrer Aussage doch in diesem Falle Glaubwürdigkeit zuschreiben, da ihre Sinne durch das freiere Leben in der Natur vor den Sinnen der Städter geschärft sind. Auch unterrichtete Männer aus der Gegend von Gera erzählten mir dasselbe; und dafs es namentlich noch bei dem Meteor der Fall war, welches dort Abends zuvor, ehe der Aërolith bei Köstritz fiel, gesehen wurde, hat ein Zeuge zu dem Protokoll (das ich selbst gelesen habe) gegeben *). Ein sehr glaubwürdiger Mann versichert mir, dafs man im Magdeburgschen bei Nordlichtern oft ins Freie gegangen sey, um sich an dem *Geräusche* zu ergötzen. [?] Ich finde nicht, dafs Sie dieses erwähnen. Vielleicht ist Ihnen die Gelegenheit nicht geworden die Stimme der Landleute hierüber zu vernehmen, die ich in einem solchen Falle doch nicht verwerflich achten mag **).

*) Dieser Umstand scheint die Zweifel, die ich Annal. J. 1819 B. 63 S. 219 an der Wirklichkeit der Erscheinung eines zischenden Nordlichts mit der Krone am 12 Oct. 1819 äufserte, zu beseitigen. *Gilb.*

**) In diesen Annalen Jahrg. 1805, B. 19 S. 253 findet sich unter beachtungswerthen Bemerkungen des Hrn Prof. Wrede (jetzt in Königsberg) über das grofse Nordlicht von 22 Octob. 1804 die Notiz aus „Ehstland und die Ehsten von Petri, Gotha 1802 S. 54," und „Billing's Reise nach dem nördlichen Rufsland, Berlin 1802, S. 70 f." dafs in den dortigen Gegenden die Nordlichter sehr nahe über der Erdfläche erscheinen, und bei einem Nordlichte sich *jederzeit* (?) ein zischendes Geräusch in der Luft hören lasse. *Gilb.*

…E ZU HALLE,

…RVATOR DR. WINCKLER.

Tag	BA[rometer] 8 Morg. p. Lin.	…10° R. …0 Uhr	Winde Tags		Winde Nachts		Witterung Tags	Witterung Nachts	Uebersicht. Zahl der Tage.
1	341, 48	67°, 5	SW	3	SW	2	tr. Nb. wnd	vr.	heiter 3
2	38 55	67 5	ssw. SW	3	SW	3	sch. wnd	vr. wnd	schön 9
3	39 34	71 2	SW	3	ssw	3	vr. Mgr. wnd	sch. wnd	verm. 6
4	36 13	71 2	SW	3	wsw	4	tr. Abr.	tr. Rg. strm.	trüb 10
5	36 76	45 0	nnw. NW	4	NW	5	vr. strk Sch. strm.	ht. wnd	Nebel 12
6	44 56	54 8	SW. NW	2	W	2	tr.	tr.	Regen 1
7	45 27	59 6	SW	2. 3	SW	1	sch. Abr. wnd	ht.	Schnee 3
8	44 91	55 8	ssw. S	2	S	2	ht. Mg. Abr. etw Nb	ht. Nb.	windig 11
9	40 70	53 7	SO. O	3	SO	2	ht. stk Nb. Abr. wnd	ht.	stürm. 3
10	36 14	59 1	ssw. NW	2	N	2	sch. Nb. Abr.	ht.	
11	40 34	57 1	oso. O	2	ono	2	verm.	ht.	Nächte
12	39 57	50 5	SO. oso	2	NO	1	ht. Nb. Mgr. Abr	ht.	heiter 9
13	39 43	52 0	NO. ono	2	ono	2	sch. desgl.	ht.	schön 3
14	39 37	56 5	O	2	O	2	sch. dick Nb.	sch. Nb.	verm. 3
15	39 32	53 4	wsw. N	2	NW	3	vr. Nb. Mrgr.	tr. wnd	trüb 13
16	40 69	55 5	W. wsw	2	SW	2	tr. Nb.	tr.	Nebel 2
17	39 55	56 5	W	2. 3	NW	3	vr. etws Nb. wnd	tr.	Regen 2
18	36 34	55 5	NW. N	3	ssw	1	sch. etws Nb. wnd	tr. stk Sch. wd	Schnee 2
19	34 48	11 6	N. NW	3	SSW	1	sch. wnd	sch.	windig 6
20	36 92	1 7	S. SW	3	NW	4	sch. Nb. Mgr. wnd	tr. strm	stürm. 2
21	33 56	7 3	NW	3	NW	3	sch. stürm.	ht. wnd	Mgrth 6
22	36 72	6 2	NW. N	3	NW	1	tr. wnd	tr.	Abrth 9
23	36 77	2 2	N	2	W	4	tr.	tr. stk Rg. strm	
24	33 55	8 8	NW	3. 4	NW	2	tr. fein Sch. wnd	vr.	Komet 1
25	34 63	9 3	N	3. 2	N	2	tr. Sch. wnd	tr.	
26	35 42	5 9	NO. NW	2	SW	2	tr. Abr.	tr.	
27	34 61	2 1	SW. S	2	SO	2	tr. Sch.	tr.	
28	32 58	1 6	SO. O	2	SO	3	tr.	tr. Sch. wnd	
Méd	338 122	1, 96	westl.		westl.		Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 140		

Zeit		…ygrometer
		59°, 16
		— 1, 10
8	m + 0‴, …	— 1, 54
12	m	+ 1, 87
2	m — 0, …	— 0, 36
6	m + 0, …	
10	m + 0, …	+ 15, 76
		— 20, 11
		35, 87
		= 12, 7°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Februar:

28 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	338‴, 035	+ 0°, 28	11 Fss, 982
dav. sind 5 bei nördl. Wd	m + 0, 915	m — 1, 66	m — 20, 989
6 bei östlich. -	m — 2, 519	m — 0, 43	m + 183, 696
7 bei südl. -	m + 2, 255	m + 1, 48	m — 37, 256
10 bei westl. -	m — 0, 525	m + 2, 92	m — 38, 704

Erklärung … Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. windig oder … g. Morgenroth, Ab. Abendroth.

l k e n.

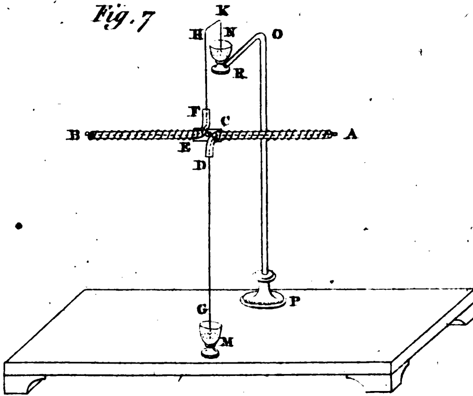
us, doch stellt sich Nchts eine dünne Decke wieder her, die aber
Vom Volle-Mond Abds 7 Uhr 46′ tritt daher bei Trübung der At-
St

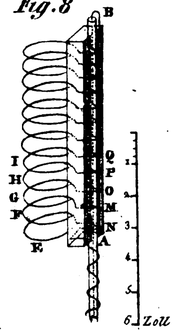
be m 18. dünne Cirr. Str. früh häufig, stehen Mittgs zerstreut
da nde, Abds sehr einzeln, Spät-Abds aber eine dichte Decke.
N tark Schnee früh, Cirr. Str. in Massen getrennt, Mittgs lassen
Vond in W treten Cum. mächtig auf; Abds geringe Cirr. Str. am
dünn, bei stark Nbl über der Saale und Stratus in S, heiter.
w in der Erdferne. Am 20. Cirrus modifiz. sich Tags über in
u ese in eine dichte Decke Abends. Am 21. zu rundlich geson-
M früh treten Mittgs Cum., dann tritt an der Wolken Stelle dün-
S nur oben sind Nchts Sterne zu sehen. Am 22. früh bed. Mit-
6 gesondert hohe Cirr. Str. mit viel heitern Stellen. Darunter
Mond, Nchmttgs strk bed. und Abds feiner Schnee. Am 23. Nchts
ti s stark bed. und Abds wenig Regen. Am 24. Nachts stark Re-
d unterbrochen fortwährt, auf dichter Decke schwerer Nimbus
Aacht nur etwas Theilung der Decke. Am 25. grosse Cirr. Str.
is sich übereinander herdrängen, werden dichter, schon Mittags
D bis Nchts fein Schnee, und mit diesem tritt das letzte Mond-
v Uhr 45′, ein.

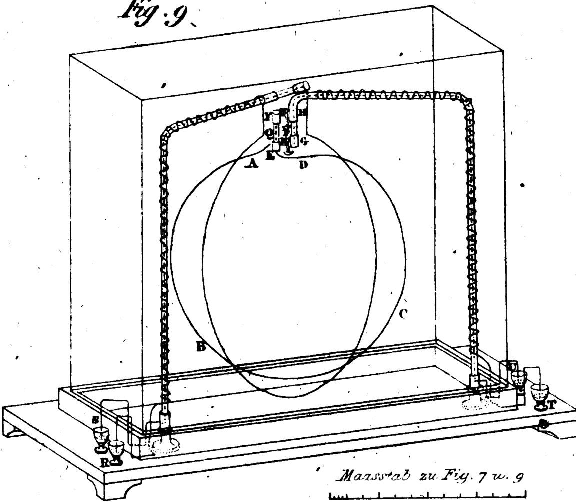
t ringe Cirr. Str. die früh in Westen stehen nehmen schnell, zu
fi ab herrscht dicke Decke. Eben solche Decke herrscht am
Vo 27sten, nachdem Nachts stark Schnee gefallen, der auch von
e d Nchmittgs einzeln fällt, wechselt sie mit grossen Cirr. Str. ab.
d

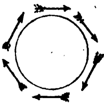
Monats: Anhaltend zwar, doch mässig kalt bei öfters heite-
me Sonnenblicke; heitere kalte Nächte, etwas Schnee und stür-
Ende kehrt der Gang des Barometers in die alten Grenzen.
t gehet die Saale wieder zu.

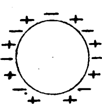
Taf. V

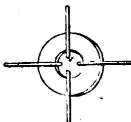

Fig. 7
K
H
N
O
R
F
C
B
A
E
D
P
G
M


Fig. 8
B
Q
P
O
M
N
A
I
H
G
F
E
1
2
3
4
5
6 Zoll
D
H
C


Fig. 9.
A
E
D
C
B
S
R
T
Maasstab zu Fig. 7 u. 9


Fig. (1)


Fig. (2)


Fig. (3)

Taf. VI

Fig. 10

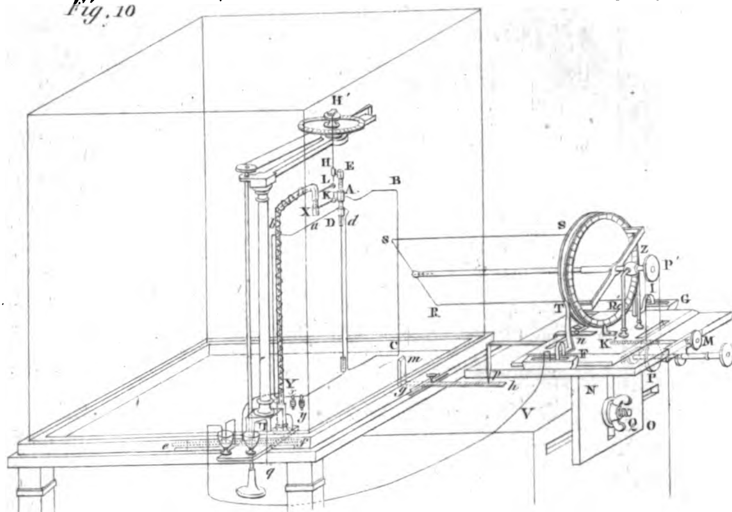


Fig. 11

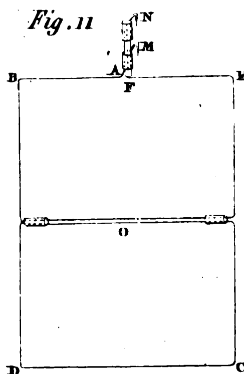
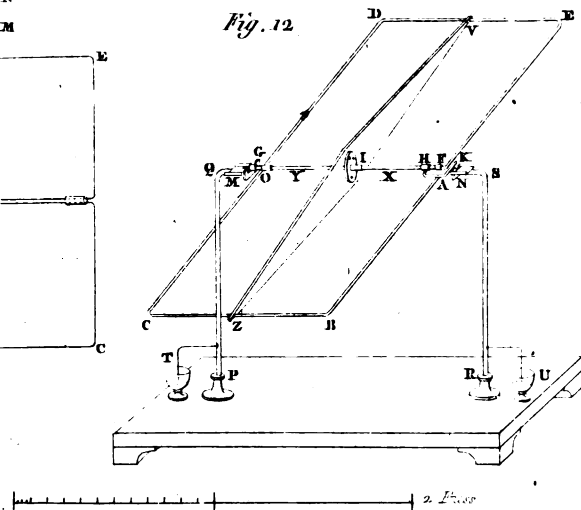


Fig. 12



2 Fuss

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1821, VIERTES STÜCK.

I.

Unterſuchung eines in Kurland, im Dünaburg'ſchen Kreiſe, am 30 Juni (12 Juli) 1820 herabgefallenen Meteorſteins,

von

THEODOR VON GROTTHUSS.

1. Geſchichtliches.

Folgenden Bericht entlehne ich aus der Allgemeinen Deutſchen Zeitung für Rufsland, No. 180 des Jahrgangs 1820, wo er unter der Aufſchrift ſteht: Mitau, d. 25 Juli. (Eingeſandt.)

„Auf dem Gute *Lixna*, welches im Witepskiſchen Gouvernement des Dünaburg'ſchen Kreiſes liegt, und der Landkämmererin Gräfin von Sieberg gehört, wurde am 30 Juni alten Styls, zwiſchen 5 und 6 Uhr Abends, eine groſse, dem Vollmonde nahe kommende Feuerkugel, in einer ſchnellen Bewegung von Süden nach Norden, geſehen. Sie ſchien mit einem roſenfarbigen Feuer zu brennen, zog eine Flamme, gleich einem kurzen Kometenſchweif, nach ſich, und lieſs ſchlängelnde Wölkchen auf ihrem Wege, welche

ihr etwas langsamer folgten und dann in der Luft zergingen. Nachdem diese Kugel am Himmel einen Bogen von nahe an 100° beschrieben hatte, erlosch sie. In der kurzen Zeit von weniger als einer Minute, die genau beobachtet wurde, erscholl hierauf, von der Gegend her, wo die Kugel verschwunden war, ein Getöse, welches zuerst dreien in kurzen Zeiträumen folgenden Kanonenschüssen von grossem Kaliber, dann vielen Flintenschüssen, und zuletzt einem lange anhaltenden rollenden Donner ähnlich war."

„An demselben Tage und zu gleicher Zeit fiel, nach einem vorhergegangenen, dem eben beschriebenen völlig gleichen Getöse, ein Stein aus der Luft, 24 Werst (3½ d. Meile) von dem Hofe Lixna, auf das Feld des zu diesem Gute Lixna gehörigen Dorfes *Lasdany*, 50 Schritte von zwei Bauern herab, welche im Felde beschäftigt waren und durch diese Erscheinung höchst bestürzt wurden. Vor sechs andern Bauern, die 4 Werste davon Heu am *Kolupschen See* mähten, fiel, ebenfalls mit einem schrecklichen Gezische, ein grosser Körper in das Wasser und spritzte dasselbe mehrere Faden in die Höhe; und auch an einem dritten Orte, 3 Werste in der entgegengesetzten Richtung, sah man etwas aus der Luft in den *Fluss Dubna* fallen, welches das Wasser, auf beinahe eine Stunde, ganz trübe machte."

„Der vor den beiden im Felde beschäftigten Bauern niedergefallene Stein, drückte sich 1½ Fuss tief in einen überaus festen und trockenen Lehmboden ein. Er war so heiss, dass die Bauern, als sie von ihrer Bestürzung zu sich gekommen waren und ihn berühren wollten, sich die Hände daran verbrennten, jedoch ohne

anderweitige Beſchädigung. Es war um denſelben ein ſtarker Pulvergeruch verbreitet. Er hatte eine ſchwarze Oberfläche mit Vertiefungen, die wie mit Fingern eingedrückt erſchienen; ſeine Geſtalt glich, als er noch ganz war, einem runden Ambos; und er war mit dem ſpitzen Ende in die Erde gedrungen. Nachdem mehrere Bauern hinzugekommen waren, wurde er aus der Erde herausgezogen, von einem derſelben nach einem nahgelegenen Kruge getragen, und dort zerſchlagen. Das Gewicht deſſelben ſoll ungefähr 40 Pfund betragen haben. Im Bruch zeigt er eine weiſsgraue Oberfläche, welche von einer Menge metalliſcher Schichten in allen Richtungen durchkreuzt iſt."

„Aus der über alle Umſtände dieſes Phänomens, an Ort und Stelle angeſtellten Unterſuchung, ergiebt ſich folgendes: Die Feuerkugel zeigte ſich denen, die ſie 12 Werſte von Lixna ſahen, als eine groſse, an dem hintern Ende angezündeten Garbe Stroh; denen aber, die ſich am Orte befanden, wo ſie geplatzt iſt, in der Geſtalt einer groſsen durchleuchtenden dunkelgrauen Kugel. Dieſe graue Kugel theilte ſich durch ein gewaltſames Zerberſten nach allen Richtungen in viele Theile, dieſe verbanden ſich aber ſogleich wieder, und nun erſt, nach einem heftigen Schieſsen und Krachen, ergoſſen ſie ſich gleich einem glänzenden herunter gelaſſenen Stück Leinwand, bis auf die Erde. Die Kugel iſt in ihren verſchiedenen Geſtalten, in der nämlichen Richtung, an 7 verſchiedenen Orten, von 11 Menſchen geſehen worden. Den Augenblick des Platzens, und die Umſtände, die es begleiteten, nahmen zwei Zimmerleute zugleich wahr, welche auf dem

2 Werſt weiter als der Ort, wo der Stein herabfiel, gelegenen Gute Warkau eben an der Ausbeſſerung eines Daches arbeiteten, und das Geſicht nach jener Gegend zu gewendet hatten. Der Himmel war in dem Augenblick heiter, kein Wölkchen trübte die Gegend wo die Kugel erſchien und wo ſie zerplatzte. Ein leiſer Südoſtwind wehete unveränderlich vor, während und nach der Erſcheinung. Es iſt zu vermuthen, daſs auſser den drei erwähnten Orten, wo Steine theils wirklich, theils wahrſcheinlich herab kamen, ihrer noch viel mehrere in einem dunkeln groſsen Forſt herunter gefallen ſind, weil dem Anſcheine nach das Zerplatzen über dieſem Walde geſchah, und die Leute, welche damals in dem Walde beſchäftigt waren, ein ſtarkes Brechen von Bäumen und eine Erſchütterung der Erde geſpürt haben wollen, als wenn an vielen Orten höchſt ſchwere Sachen herabgefallen wären. Die Furcht aber, die ſich dieſer Leute bemeiſterte und ſie ohne Beſinnung aus dem Walde trieb, ohne daſs ſie ſich des Orts zu erinnern wiſſen, wo ſie dieſes Brechen gehört haben, hat bis jetzt die Auffindung der Steine unmöglich gemacht. Da der auf das Feld gefallene Stein beim Zerſchlagen unter die Bauern vertheilt wurde, ſo haben nur mit Mühe einige Stücke gerettet werden können; ſie ſind der Wilna'ſchen Univerſität zugeſandt worden, von wo aus man bald eine genaue Analyſe deſſelben erwarten kann.“ *)

*) Dieſe muſterhafte Nachricht wird nämlich Hrn Grafen Plater Sieberg, ehemaligen Vice-Gouverneur von Wilna, zugeſchrieben; ihm verdankt auch Hr. von Grotthuss die Bruchſtücke des Meteorſteins, welche dieſen Aufſatz veranlaſst haben, und von dem Exemplare künftig ſehr ſelten werden dürften. *Gilb.*

„Aus allen dieſen Nachrichten läſst ſich mit Wahrſcheinlichkeit vermuthen: *erſtens* daſs der Stein von der wahrgenommenen Feuerkugel herrührt, und *zweitens* daſs das Getöſe nur durch das Zerplatzen des Steins in der Luft entſtand. Zwei glaubhafte und gebildete Perſonen in Lixna hatten die Eine die Kugel geſehen, die Andere aber dieſes bezweifelt; ſie haben das Geſpräch, welches ſie vom Augenblick des Erſcheinens der Feuerkugel bis zum Ausbruch des Getöſes geführt hatten, ſeitdem mehrmals wiederholt, und aus dieſer Wiederholung geht *drittens* hervor, daſs dieſe Zwiſchenzeit kaum 1 Minute betragen hat. Da nun der Schall eine Entfernung von 22 Werſten kaum in 70 Sekunden durchlaufen kann, ſo muſs die Geſchwindigkeit der Kugel mehr als 22 Werſte in einer Sekunde betragen haben. Aus der ſcheinbaren Höhe, in der die Zimmerleute die Kugel platzen ſahen, und der Entfernung ihres Standpunkts von dem mittlern Orte zwiſchen den gefallenen Steinen, kann *viertens* vermuthet werden, daſs dieſes Zerplatzen in einer Höhe von ungefähr 2 Werſten geſchehen ſey. Endlich muſs *fünftens* aus den Veränderungen im Glanze der Kugel, die wahrgenommen worden ſind, aus dem Zerſpringen und wieder erfolgten Zuſammenziehen der grauen Theile derſelben, aus der nicht mehr ſengenden Hitze des eben heruntergefallenen Steines, und aus dem Schwefelgeruch, den er Anfangs um ſich her verbreitete, vermuthet werden, daſs die Kugel wirklich brannte, dann theilweiſe erloſch, und daſs ihre erkalteten flüchtigen Theile um ihren Kern eine Atmoſphäre bildeten, indem ſie erſt auseinander geriſſen, dann aber durch die Elaſticität der Luft wieder zu-

rückgepreſst wurden. Wie ſie ſich aber entzündet habe und von wo ſie herrühre, darüber werden wohl lange die Vermuthungen zweifelhaft bleiben." — So weit der Bericht in der Petersburger Zeitung.

Ich will demſelben nur folgendes beifügen. Aus der Zeit, die zwiſchen dem ſichtbaren Zerplätzen der Feuerkugel und dem Ausbruch des Getöſes verfloſs, läſst ſich, meines Erachtens, nur die *Entfernung* des zerplatzten Meteors von Lixna, keineswegs aber die *Geſchwindigkeit* der Bewegung der Feuerkugel berechnen. Dieſe Entfernung muſs nämlich 1040 × 60 = 42400 par. Fuſs betragen haben, und der Forſt, über welchem ſich das Meteor beim Zerplatzen (ſenkrecht) befunden haben ſoll, müſste demnach (vorausgeſetzt daſs er in einer horizontalen oder doch dieſer nahe kommenden Ebene mit Lixna liege) *weniger* als 62400 par. Fuſs von Lixna entfernt ſeyn. Da ich keine Localkenntniſs von der Gegend habe, wo ſich das Phänomen ereignet hat, ſo kann ich weiter nicht darüber mit Gewiſsheit urtheilen; ſo viel aber ſcheint mir unzweifelhaft, daſs den Berechnungen des Verfaſſers vorſtehender Geſchichts-Erzählung, wenigſtens in Betreff der Angabe der Geſchwindigkeit der Feuerkugel, ein kleiner Irrthum zum Grunde liegt. — Der hypothetiſchen Anſicht des Verfaſſers will ich hier nun zuvörderſt die meinige nachfolgen laſſen.

2. Aphorismen den Steinregen im Allgemeinen betreffend.

Es iſt nicht meine Abſicht, die verſchiedenen Hypotheſen über den Urſprung der Meteorſteine weitläufig zu erörtern, ſondern nur einige Ideen aphoriſtiſch

anzugeben, die wenigstens zur Erklärung eines *Theils* des wunderbaren Phänomens dienen können, und die ich aus anerkannten *Thatsachen* folgere.

1. Die erdigen Meteorsteine können während ihres Durchzuges durch unsere Erd-Atmosphäre, sich weder in einem weichen, noch in einem geschmolzenen oder flüssigen, und noch viel weniger in einem elastisch-flüssigen Zustande befunden haben, sondern müssen in ihr offenbar dieselbe *concrete* Form gehabt haben, in welcher wir sie gleich nach dem Niederfall antreffen. Dieses wird nicht nur durch ihr sichtbar *heterogenes* Gefüge, wodurch das Ganze als *Conglomerat* erscheint, bewiesen, sondern auch dadurch, daſs sie in einer mäſsig starken Hitze, (nach Moser die Steine von Stannern bei 18° Wedgw. Gilb. Annal. XXIX, 313), eine *homogene Schmelzung* in ihrer Masse erleiden, derjenigen gleich, welche die natürliche *Rinde* dieser Steine bemerken läſst. Nur die eigentlichen Gediegen-Eisenmassen, z. B. die Pallas'sche, scheinen, (wahrscheinlich in der letzten Periode ihres Niederfalls durch allmählig gesteigerte Hitze), im geschmolzenen, *halbflüssigen* Zustande auf der Erdoberfläche angekommen zu seyn.

2. Die erdigen Meteorsteine müssen *nur* an ihrer *äuſseren Oberfläche* eine Hitze bis zum *Schmelzen*, und zwar nur *kurze Zeit* erlitten haben, im Inneren aber nicht, wie es die *nicht tief* eingedrungene, geschmolzene, schwarze *Rinde* offenbar zeigt. Diese Rinde kann demnach sehr wohl durch Reibung und Erhitzung des Steins an der Luft, vermöge der auſserordentlich schnellen Bewegung desselben innerhalb der wiederstehenden Atmosphäre, entstanden seyn.

3. Die Lichterſcheinung und das Getöſe, welche die Feuerkugeln begleiten, können *nicht einzig und allein* von dem Verbrennen der in der Maſſe enthaltenen brennbaren Theile, (des Schwefels, Eiſens, etc.?) ſondern müſſen zum Theil von dem *glühenden* Zuſtande des Steins, hauptſächlich aber von der auſserordentlich gewaltſamen und ſchnellen *Compreſſion der atmoſphäriſchen Luft* herrühren; denn es iſt nicht wahrſcheinlich, daſs man bei *hellem Sonnenſchein* das *Licht* des brennenden Schwefels *in ſolcher Entfernung* gewahr werden könnte, in welcher man die Feuerkugeln ſieht, und es iſt eine Thatſache, daſs ſchnell *comprimirte Luft leuchtet*, auch daſs dieſe Compreſſion ein *Getöſe* in der Atmoſphäre verurſacht, wenn die Luft dabei *nicht* eingeſchloſſen iſt.

4. Das nach den Haupt-Exploſionen gewöhnlich nachfolgende ſchwächere *Rollen*, rührt wahrſcheinlich her von dem *Nachdringen der Luft in den leeren Raum*, den die Feuerkugel in ihrer Bahn auf einen Augenblick zurückließs; und da die Feuerkugel eine ungleich ſchnellere Bewegung als der Schall hat, ſo kann letzterer nur erſt weit *ſpäter* allmählig *nachfolgen.* In einigen Fällen lieſse ſich daraus vielleicht die *Geſchwindigkeit* der Feuerkugel im Vergleich mit der des Schalls beſtimmen.

5. Das *Zerplatzen* der Feuerkugeln, aus welchen Steine fallen, iſt wahrſcheinlich nichts anderes als ein *Zerſchellen* der concreten, erhitzten, mit beſchleunigter Bewegung in der Atmoſphäre ſinkenden Maſſe, an der (durch die ungeheure Geſchwindigkeit) *auſserordentlich comprimirten atmoſphäriſchen Luft.* Es ſcheint mir nämlich nicht unmöglich, daſs bei ei-

ner immer beschleunigten Bewegung eines festen Körpers, in einem widerstehenden elastischen Mittel, die *Verdichtung* und der *Wiederstand* desselben *plötzlich* so sehr anwachsen kann, daſs die Bewegung des ersteren, sey es auch nur auf einen Augenblick, *völlig gehemmt* und der Körper *auf einen Augenblick schwebend* erhalten werde. Ist nun die *Cohärenz* der glühenden Steinmasse nicht groſs genug um den *Gegenstoſs* auszuhalten, (und dazu gehörte wahrlich ein sehr hoher Grad), so muſs sie *zerspringen.* Die Luft, die nunmehr die zersprungenen glühenden Theile überall umgiebt, veranlaſst die Verbrennung des Schwefels an der ohnehin glühenden *Oberfläche* der zersprungenen Theile; dadurch wird daselbst die Hitze vermehrt, und es kann auf *jedem einzelnen zersprungenen Theil eine Rinde gebildet werden;* welches mit der Erfahrung übereinstimmt.

Hierher gehört auch die Erfahrung Robin's, daſs eine Kanonenkugel, die mit einer gröſseren Geschwindigkeit als 1200 Fuſs in der Sekunde abgeschossen wird, *wenig Vortheil* gewährt, indem der gröſsere Widerstand der Luft diesen Ueberschuſs schnell *vernichtet* (m. s. Neue Grundsätze der Artillerie aus dem Franz. von L. Euler). Es läſst sich daher wohl denken, daſs wenn man es völlig in seiner Gewalt hätte, Kugeln mit *jeder* beliebigen Geschwindigkeit abzuschieſsen, man endlich eine finden müſste, bei der die Atmosphäre einen solchen Widerstand leistete, daſs erstere im Entstehen dadurch vernichtet würde; und dann müſste die Kugel, wenn anders die Kanone nicht platzte, entweder vor der Mündung niederfallen, oder auch sich aus dem Laufe gar nicht

herausbewegen. Wir kennen zwar das Gesetz des Widerstandes der Luft nicht; so viel aber wissen wir, dass er mit der Geschwindigkeit *ausserordentlich schnell* steigt. Man denke sich nun welchen Widerstand die Atmosphäre gegen eine Feuerkugel ausüben müsse, deren Geschwindigkeit oft *zwei Millionen* Fuss in der Sekunde beträgt!

6. Es ist nothwendig, *verschiedene Arten* von Feuerkugeln, eben so wie verschiedene Arten von Sternschnuppen zu unterscheiden; denn nicht alle Feuerkugeln zerplatzen mit einem Knalle, und nicht aus allen fallen Steine nieder. — Was die *Sternschnuppen* anlangt, so habe ich selbst, noch ausser den bekannten teleskopischen, zwei von diesen sehr verschiedene Arten in Italien im Jahre 1805 wahrgenommen. Die *eine Art* habe ich in einem Sommer zwei Mal, in der späten Abenddämmerung, auf der Terrasse *Trinità del monte* in Rom, beobachtet. Ich möchte sie die *nahen* nennen; denn ich gewahrte sie nur in einer Höhe von ungefähr 30 Fuss, und sahe sie sich schnell, fast *senkrecht*, gegen die Erde bewegen, etwa 10 bis 15 Fuss von mir, und ungefähr 6 oder 8 Fuss von der Erdoberfläche erlöschen. Ihr Licht war äusserst schwach und konnte nur bei einiger Aufmerksamkeit wahrgenommen werden. Es fiel dabei nichts Sichtbares oder materielles nieder, und diese Sternschnuppe schien blos ein äusserst subtiler leuchtender *Dunst*, oder ein Niedersteigen eines schwachen *electrischen Lichtes* zu seyn. Die *andere Art* könnte man die *feurigen Sternschnuppen* nennen. Ich glaube eine solche in einer dunkeln Nacht in Neapel auf einem freien Platze gesehen zu haben. Sie erschien mir in der Höhe eines Pa-

laſtes als ein *leuchtender* und *rauchender* Punkt, der ſich ſchnell ſenkrecht herab bewegte, und ungefähr 20 Fuſs hoch von der Erde erloſch. Wahrſcheinlich fiel mit dieſer letzteren eine *Maſſe* nieder; ich konnte aber den folgenden Morgen nichts dergleichen daſelbſt finden. Noch merke ich an, daſs man auf der Terraſſe Trinità del Monte häufig des Abends die *Lampyris italica* herumfliegen ſieht; ich habe aber das Licht der eben erwähnten nahen Sternſchnuppen ſehr wohl von dem lebhaften Leuchten dieſes Inſekts unterſchieden.

7. Wenn wirklich die Meteorſteine aus Vulkanen des Mondes herausgeſchleudert werden, ſo müſſen dieſe Mond-Vulkane eine ganz *beſondere* Beſchaffenheit haben. Denn es würden Meteorſteine in der flieſsenden Lava eines Erd-Vulkans, geſchweige denn im Crater deſſelben, in wenig Minuten zu einer *homogenen* Maſſe oder zu einer *glasartigen* Paſte zuſammen ſchmelzen (m. ſ. Moſer in Gilb. Ann. XXIX, 313).

Bei dieſer Gelegenheit merke ich noch an, daſs ſich in des vor ein paar Jahrhunderten lebenden Alchemiſten Libavius Werk, betitelt „*Singularia*" über den im J. 1581 in *Thüringen* herabgefallenen Meteorſtein folgende merkwürdige Stelle findet (L. 1 p. 272): „*An. 1581 in Thuringia, interdiu, ab hora prima pomeridiana, Lapis pondo 39* ℔ *decidit, oblongus, durus, lapidis attritu flammam emittens, in coeruleo purpureus, fervens adeo, ut attrectari non poſſet. Delapſus autem eſt cum fulmine, ſicut alii fulminei.*" Demnach könnte man vermuthen, daſs dieſer Thüringiſche Meteorſtein, ſelbſt noch nach der Ankuft auf unſerer Erde, *Kieſelerden-Metall* und *Talkerden-Metall* etc. ent-

halten habe, und daſs dieſe Metalle, beim Reiben entblöſst und durch den Zutritt des Sauerſtoffs der Atmoſphäre in Brand geſetzt worden ſeyn *). Man könnte analogiſch weiter ſchlieſsen, daſs alle Meteorſteine, ehe ſie in unſere Atmoſphäre hinein gerathen, nicht Erden, ſondern *Erden-Metalle*, in Verbindung mit Eiſen, Nickel und Schwefel enthalten.

Doch ich verweile ſchon zu lange in dem finſtern Reiche der Hypotheſen. Ich verlaſſe ſie, um zu dem, wobei ſich etwas *erweiſen* läſst, überzugehen; zur Unterſuchung, nämlich, des *meteoriſchen Leichnams*, deſſen Beſtattung zur Erde mit einer glänzenden Illumination und einer furchtbaren Artillerieſalve aus höheren Regionen, von der Natur ſelbſt gefeiert wurde.

3. Aeuſsere Beſchaffenheit und phyſikaliſche Merkmale des Dünaburg'ſchen Meteorſteins.

Da die Meteorſteine im Haupt-Charakter ſehr mit einander übereinkommen und ſchon ſo oft beſchrieben worden ſind, ſo will ich mich bei der äuſsern Beſchaffenheit des Dünaburger hier nicht lange aufhalten; um ſo weniger, da man ihn auf Kupfertafel VII ſehr gut und getreu abgebildet ſieht. Auf dem Bruch hat er im Ganzen das bekannte erdige licht-aſchgraue

*) Binhard's Thüringiſche Chronik meldet von dieſem Meteorſtein: „Er hat in die Länge 2½, in die Dicke unten 4½, oben 4 *Viertel einer Elle* gehabt; *gab Feuer, wie Stahl von ſich, wenn man daran ſchlug*." Wie ſtimmt aber eine Länge von mehr als 1, und eine Dicke von mehr als 2 Fuſs mit einem Gewichte von nur 39 Pfund? Chladni, über Feuer-Meteore S. 218, hat dieſen Widerſpruch überſehen. Ohne Zweifel ſind Längen- u. Dicken-*Umfang* gemeint, für die das Gewicht genau zutrifft. *G.*

Ansehen, wie es die Abbildung in der Bruchfläche *abf* zeigt, kann aber auch durch häufige metallische *eisen-* oder *stahl-farbene Schichten* die er enthält auf dem Bruch völlig *metallisch* erscheinen, wie in der Fläche *abcd* der Abbildung. Unter der Loupe erkennt man den *Milchquarz-ähnlichen weissen*, den *eisenschwarzen* oder *grauen* Theil, ferner die kleinen *metallischen* fast *zinnweissen*, zum Theil Tombak-farbenen Körnchen, und endlich auch noch höchst kleine sparsam erscheinende *schwarze* Pünktchen in der erdigen Masse eingesprengt.

Härte. Aus der erdigen Steinmasse läfst sich, wenn sie mit dem Stahl geschlagen wird, nur an gewissen Stellen und mit Mühe hie und da ein Fünkchen entlocken. Gewisse, doch nur wenige, Stellen ritzen Glas.

Cohärenz. Mäfsig starke Hammerschläge zertrümmern die Masse.

Absonderung. Die mit dem Hammer ausgelösten Stücke trennen sich mehrentheils von der Masse nach dem Laufe der Metallschichten, und zeigen meist eine *vierseitige* prismatische oder pyramidale Form, oder doch wenigstens eine Tendenz zu dieser.

Metallische Schichten. Sie durchsetzen die ganze Masse häufig, meist in zwei Haupt-Richtungen, die einander unter Winkeln von ungefähr 80° schneiden, und durch sie wird dieser Dünaburg'sche Meteorstein vor vielen, ja vielleicht vor allen andern ausgezeichnet. Sie sind nur ½ bis ¼ Linien dick, bilden aber oft eine *völlig zusammenhängende*, *mehrere Quadratzoll einnehmende*, *vollkommen metallisch-glänzende Oberfläche.* Man sieht eine solche metallische Schicht in *abcd* auf Taf. IV im natürlichen Zustande abgebil-

det, in welchem ſie an einigen Stellen mehr, an andern weniger Metallglanz zeigt; wird ſie mit der Feile geſtrichen, ſo erſcheint dieſe *ganze* Schicht *abcd durchweg* metalliſch. Dieſe Schichten ſcheinen eine blätterförmige Textur zu haben, und gleichen dem Stahl; laſſen ſich aber nicht in Blättchen von der erdigen Maſſe trennen, weil das Metallgemiſch ſpröde und hart iſt, auch nur von einer guten Feile angegriffen wird. Sie zeigen auf den Stellen, wo ſie gefeilt werden, eine *hellere* in das *Zinnweiſse* ſich verlaufende Farbe und vollkommenen Metallglanz. Die abgefeilten, auf Geſchmeidigkeit deutenden Metallſpähne werden ſämmtlich vom Magnet angezogen, und bei der chemiſchen Unterſuchung findet man leicht den *Nikkel*- und *Schwefel*-Gehalt. Der Hauptbeſtandtheil iſt *Eiſen*, und da dieſe Schichten dem Auge eine vollkommen *homogene*, *gleichfarbige* Metallfläche darbieten, die auf jeder beliebigen Stelle, wo man ſie mit einem Tropfen Salzſäure benetzt, ſogleich *Schwefel-Waſſerſtoff* aushaucht, ſo kann man dieſe metalliſche Subſtanz durchaus nicht blos für nickelhaltiges Eiſen anſehen, ſondern man muſs ſie für eine *homogene dreifache* Verbindung, d. h. für *Schwefel-Nickel-Eiſen* erkennen.

Rinde. Die Rinde iſt ſchwarz, rauh, oder chagrinartig, wie man ſie in der Abbildung in *cde* ſieht. Sie giebt mit Salzſäure viel Schwefel-Waſſerſtoffgas und ſcheint hauptſächlich aus *Schwefel-Eiſen* zu beſtehen. Sie läſst ſich *künſtlich*, mittelſt eines Brennſpiegels, aus Theilen aus dem Innern der Steinmaſſe nachbilden. Wenn man nachher die künſtlich gebildete Rinde mit einiger Gewalt ablöſt, ſo findet man die *un-*

mittelbar darunter liegenden Theile eben so *aschfarben*, wie es der Fall bei denjenigen Theilen der Masse ist, die unter der *natürlichen* Rinde liegen. Nur die den Brennpunkt *umgebende* Masse wird durch die sauren Schwefeldämpfe, beim Zutritt der atmosphärischen Luft, *rothbraun* gefärbt, indem sich das darin enthaltene Eisen oxidirt. (Man vergl. Chladni in Schweig. Journ. XXVI, und Prof. Scherer in Wien in Gilb. Ann. XXXI.)

Specifisches Gewicht. Bei dem gewöhnlichen atmosphärischen Druck und einer Temperatur von 10° R. fand ich es = 3,756 . . .

Magnetismus. Auf eine frei schwebende Magnetnadel wirken die ganze Steinmasse, besonders aber die metallischen Schichten, so stark, dass man keinen Unterschied bemerken kann, man mag der Nadel verarbeitetes Eisen (z. B. ein Bund Schlüssel), oder eine ungefähr gleich grosse Masse des Steins nähern. Polarität vermochte ich anfangs an den *Stücken* durchaus nicht wahrzunehmen. Den Stein im unversehrten Zustande, ehe er zerschlagen wurde, habe ich nicht gesehen, und also auch nicht prüfen können. Jetzt aber haben die Stücke, die ich besitze, sogar *zwei* magnetische Achsen oder vier Pole, von welchen erstere sich innerhalb kreuzen. Dieses erfolgte nämlich, als ich sie in zwei verschiedenen Dimensionen (Länge und Breite) mit den Polen eines starken künstlichen Magnets in Berührung gebracht hatte. Sie würden ohne Zweifel auch noch eine dritte Achse, in der Höhendimension, anzunehmen fähig seyn, wenn sie hinreichend hoch wären, oder wenn man aus grösseren Stükken einen Würfel schneiden lassen wollte. Stücke von

Erbſen - und ſelbſt Bohnen - Gröſse werden von einem guten Magnet an gewiſſen Stellen frei gehoben.

Electricität. Der Stein iſt ein ziemlich guter Leiter, ſo daſs man aus einem geladenen Conductor-Funken damit ziehen kann.

Phosphoreſcenz. Eben deshalb wird er auch nicht durch electriſche Funken ſelbſtleuchtend, wie dieſes der Fall mit vielen Mineralien iſt, die weniger gut leiten. Auch durch Beſtrahlung erhält er keine wahrnehmbare Phosphoreſcenz, und ſelbſt durchs Reiben mit harten Körpern iſt nichts davon bemerkbar. –

Hitze. Das zerriebene Pulver des Minerals, auf ein dunkeles heiſses Eiſen geworfen, verbreitet einen bläulichen phosphoriſchen Schein in der Dunkelheit, welches ohne Zweifel dem Verbrennen des *Schwefels* zuzuſchreiben iſt, wie es auch der, obwohl ſchwache, Geruch offenbart. Wird ein kleines Stückchen der inneren aſchfarbenen Steinmaſſe dem (mittelſt eines Brennſpiegels) concentrirten Sonnenlicht ausgeſetzt, ſo ſteigt alsbald ein ſichtbarer Schwefeldampf auf, der durch den Geruch kenntlich wird; zugleich ſieht man an der Querfläche eine *geſchmolzene, ſchwarze, metalliſch - glänzende, deutlich aufwallende Schlacke* entſtehen, die nach dem Erkalten eine der natürlichen ganz *ähnliche Rinde* bildet. Die dieſe Rinde *umgebenden Theile* werden, durch Einwirkung der entwickelten ſchweflig - ſauren Dämpfe und der Atmoſphäre, *rothbraun*, indem das in ihnen enthaltene Eiſen ſich oxidirt. Dieſe Erfahrung beweiſt offenbar, daſs das Mineral vorher *nie* eine dieſer gleichkommende Hitze ertragen hat, weil ſonſt die ſchmelzbaren Theile (hauptſächlich Schwefel - Eiſen) unfehlbar, entweder

ganz heraus, oder doch zu einer *zusammenhängenden* Masse zusammen geschmolzen wären. Wohl aber hat die äussere *Oberfläche* diesen Hitzgrad (der den des schmelzenden Glases wenig übersteigt) auf einen Augenblick ausgehalten, (man sehe die hypothetischen Aphorismen No. 2.), und dadurch die Bildung der Rinde veranlasst.

4. Chemische Prüfung der vom Magnet ausgezogenen Metalltheile.

Aus der erst auf einer Stahlunterlage zerstossenen, dann im achatenen Mörser zu Staub gepulverten Steinmasse, zog ein starker Magnet $\frac{1}{4}$ des ganzen Gewichts aus. Dem Ausgezogenen hingen erdige Theile an; da aber, wo das Metallische stellenweise durchblickte, zeigte sich unter der Loupe dieselbe Metallfarbe wie auf den angefeilten Metall-Schichten. Auch das chemische Verhalten dieser magnetischen Theile ist demjenigen völlig gleich, welches die von den Schichten abgefeilten Metallspähne zeigen. Dieses bestärkt mich in der Meinung, dass in den *erdigen* Meteorolithen *nicht* Nickel-Eisen und Schwefel-Eisen, jedes einzeln im *abgesonderten* Zustande vorkömmt, sondern dass sie beide zu einem *homogenen* Ganzen vereinigt sind, oder dass alle drei Stoffe *eine* homogene Verbindung mit einander bilden. Dieses ist wenigstens *sicher* der Fall in Betreff der Metallmasse, aus welcher die *Schichten* unseres Aërolithen gebildet sind.

Bei dem Behandeln der ausgezogenen magnetischen Theile mit *Schwefelsäure* entsteht ein Aufbrausen, eine Entwickelung von Salpetergas, und eine *gelbgrüne* Auflösung. Wird diese in einem Uhrglase

verdampft, dann der Rückstand mit Ammoniak *digerirt* und *filtrirt*, so erhält man eine etwas ins *bläuliche* fallende klare Flüssigkeit, die mit Eisen-blausaurem Kali ein *weisses*, mit Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak ein sehr *dunkeles* Präcipitat erzeugt, welches den *Nickel-Gehalt* unzweifelhaft macht. Ein vergleichender Versuch mit Etwas von der Pallas'schen Gediegen-Eisen-Masse angestellt, lieferte genau dasselbe Resultat; nur hatte die Auflösung dieser letzteren Substanz eine mehr grüne Farbe, und das Präcipitat von Schwefel-Nickel war beträchtlicher, welches auf einen grösseren Nickelgehalt deutet.

Mit *Salzsäure* liefern die magnetischen Metalltheile, besonders in der Wärme, viel Wasserstoffgas mit *Schwefel-Wasserstoff* gemengt. Die Farbe der Auflösung ist schwach *grünlich*. Sie enthält eine bedeutende Menge *Eisen* und ein wenig Nickel aufgelöst, wie Reagentien erweisen.

Dieses reicht hin um zu erweisen, dass die aus dem Steinpulver mittelst des Magnets ausgezogenen Metalltheile zum Haupt-Bestandtheil *Eisen*, etwas *Nickel* und *Schwefel* haben, wahrscheinlich innig mit einander *gemischt*, wie in den metallischen *Schichten*. Demnach scheint sich das Nickel-haltige Eisen der Meteorsteine von dem Nickel-haltigen Eisen der eigentlichen meteorischen Gediegen-Eisen-Massen zu *unterscheiden*. Denn letzteres enthält *keinen* Schwefel. Das Pallas'sche Gediegen-Eisen giebt z. B. mit Salzsäure keinen Schwefel-Wasserstoff-Geruch. Zwar will L a u g i e r Schwefel darin gefunden haben; dies gilt aber gewiss nur von *gewissen Stellen* der Masse, wie denn auch von S c h r e i b e r's ein paar höchst

kleine Schwefel-Eisen-Körner daraus gelöst hat. Im Ganzen aber ist sie *schwefelfrei*, und das Stück, das ich davon besitze, giebt an keiner Stelle, mit Salzsäure behandelt, Schwefel-Wasserstoff. Auch Klaproth fand darin *keinen* Schwefel (s. dess. Beiträge B. VI, 301).

Andere Chemiker, z. B. Klaproth, haben über diesen Gegenstand anders geurtheilt. Dem ungeachtet lässt sich meine Ansicht aus Klaproth's eigenen Beobachtungen vertheidigen; denn alle Metalltheile, die dieser Chemiker aus Meteor*steinen* mechanisch oder physikalisch, z. B. mittelst des Magnets, abschied, lieferten ihm mit Salzsäure *Schwefel-Wasserstoff* (dess. Beiträge V, 248 und VI, 295). Klaproth leitete dieses von anhängenden Kiestheilen ab. Da aber der Magnetkies eine gelbliche Farbe hat, und dagegen die aus unserem Aërolithen abgesonderten Metalltheile eine zinnweisse Farbe besitzen, ganz wie die metallischen die Masse durchsetzenden Schichten, da ferner diese Schichten vollkommen homogen dem Auge erscheinen und auf jeder beliebigen Stelle, mit Salzsäure benetzt, Schwefel-Wasserstoff ausstossen, eben so wie die durch den Magnet abgeschiedenen Theile, so glaube ich mit grösserem Recht annehmen zu dürfen, dass die Nickel-haltige Eisen-Verbindung *auch noch Schwefel* enthält. Und dann kömmt ihr, im strengen Sinne, das Prädicat „Gediegen" *nicht* zu, obgleich der Schwefel sich in einem äusserst geringen Verhältniss darin befindet. Wollte man dagegen einwenden, dass es der Kunst bisher nicht gelungen sey, eine solche so wenig Schwefel enthaltende Verbindung hervorzubringen, so lässt sich darauf erwiedern: dass die

Kunſt der Natur oft — ja leider nur gar zu oft — nachſtehet, und daſs erſtere nicht immer zu leiſten vermag, was letztere geleiſtet hat und noch leiſtet. Uebrigens iſt gar wohl noch erſt zu unterſuchen, ob eine ſolche *dreifache* Verbindung mit Einſchluſs des *Nikkels* nicht künſtlich darſtellbar iſt, zumal es mehrere (nicht blos zwei) Schwefel-Eiſen-Verbindungen giebt (ſ. Thenard traité de chimie t. I p. 376 première edit.)

5. Analyſe des Dünaburg'ſchen Meteorſteins.

Um etwanige Miſsverſtändniſſe zu vermeiden, erinnere ich gleich anfänglich, daſs das zu dieſer Analyſe verwendete Steinpulver *weder* mit dem Magnet, *noch* mit Reagentien *vorher* behandelt worden war.

a) Einhundert Gran der im achatenen Mörſer zu Staub zerriebenen Steinmaſſe wurden in einem kleinen Kolben mit einer *hinreichenden* Menge Salzſäure übergoſſen. Der Kolben wurde mit Stöpſel und Gas-Leitungs-Röhre verſehen, und letztere in ein gläſernes Becken geleitet, das mit einer ſtark ammoniakaliſchen Silber-Salpeter-Auflöſung gröſstentheils gefüllt war *). Ueber dem Ende der Röhre befand ſich eine mit derſelben Flüſſigkeit gefüllte und darin umgeſtülpte graduirte Glasglocke. Von Zeit zu Zeit wurde der Kolben, mittelſt einer Spiritus-Lampe erhitzt bis zum Sieden der Salzſäure. Auf dieſe Art ſammelte ſich, *innerhalb zwei Tagen*, aller *Waſſerſtoff* als Gas in der

*) Dieſe Flüſſigkeit iſt, wie ich im XVIII Bde von Schweigger's Journ. gezeigt habe, ein höchſt empfindliches Reagens auf Schwefel-Waſſerſtoff. *v. Gr.*

Glocke, während der sich mit entbindende *Schwefel-Wasserstoff* an das *im Ueberschuss* vorhandene Ammonium, und von diesem an das Silberoxyd trat, und damit *Schwefel-Silber* bildete, welches letztere als schwarzes Präcipitat auf dem Boden des Beckens sich ansammelte. Nachdem sich nun, selbst in der Siedhitze, kein Gas mehr entwickeln wollte, wurde der Apparat aus einander genommen, das erhaltene Schwefel-Silber gewaschen, getrocknet und gewogen, und der Raum-Umfang des Gas, welches beim Verbrennen sich als reines Wasserstoffgas zeigte, auf einen Druck von 28″ Baromstand und 12° R. Temperatur zurückgeführt. Er betrug 29,3 Brandbrg. Ddz. Cubik-Zoll, und das Gewicht des Schwefel-Silbers war 26 Gran (N. Med. G.) welche ein Aequivalent von 8,7 Cub. Zoll Schwefel-Wasserstoff, und diese ein Aequiv. von 3,5 Gran *Schwefel* sind. Mithin betrug die Gesammt-Menge Gas 29,3 + 8,7 = 38 Cub. Zoll, und diese sind ein Aequivalent von = 26 Gran *Eisenmetall*, enthalten in 100 Gran der Steinmasse. Wenn also im Verlauf der Analyse mehr als 0,26 Eisen gefunden werden sollte, so ist der Ueberschuss als *Eisenoxydul* zu betrachten; denn Eisen*oxyd* kommt in den eben erst gefallenen Meteorolithen nicht vor *).

*) Alles in dieser Operation erhaltene Gas kann füglich auf Rechnung des Eisen-Metalls *allein* gesetzt werden; denn das *Chrom* wird von der Salzsäure *nicht*, und nach Richter auch nicht das *Nickel* davon angegriffen. Jedoch scheint die Salzsäure, wenigstens wenn Eisen mit im Spiel ist, auch auf das *Nickel* zu wirken; allein die Wirkung ist unbedeutend und kann um so eher unberechnet bleiben, da es sehr schwer hält die Gasentbindung vollkommen abzuwarten und zu been-

b) Die erhaltene salzsaure Auflösung, die anfänglich nur eine höchst schwache hell *apfelgrüne* Farbe hatte, später aber an der Luft sich in gelbgrün veränderte, wurde klar abgegossen und in einem Fläschchen bei Seite gestellt. Das nicht aufgelöste, zum Theil sehr aufgequollene, heller gewordene Steinpulver, wusch ich ein paar Mal aus, goss die Aussüsswasser zu der sauren Auflösung, und trocknete das Pulver auf einem Filter sorgfältig. In diesem Zustande wog es nur noch 61 Gran und hatte mithin 0,39 seines ursprünglichen Gewichts an die Salzsäure etc. abgetreten. Diese 61 Gran wurden im Silber-Tiegel mit so viel concentrirter kaustischer Kali-Lauge eingedickt, dass das in ihr enthaltene trockene Kali das Doppelte des Steinpulvers (= 122 Gran) betrug, dann allmälig erhitzt, und die eingetrocknete Masse in Rothglüh-Hitze geschmolzen und darin eine Stunde erhalten. Als der Tiegel aus dem Feuer und der Deckel abgenommen wurde, war darin eine *hell-Grasgrün* aussehende, geschmolzene Masse, die in Wasser zerrührt, diesem anfangs *dieselbe Farbe*, jedoch nur auf einige Sekunden ertheilte, aber dann schnell in *grünlich-geb* und *gold-gelb* überging, welche letztere Farbe die Flüssigkeit behielt. Das möglichst klar Abgegossene, wozu denn auch noch das nachfolgende Aussüss-Wasser (von dem im Tiegel Zurückbleibenden) kam, liess beim Einengen durch Hitze einige *bräunliche* Flocken von *Mangan*-

digen. Das *Mangan* kömmt vollends gar nicht in Betracht, weil nur eine *Spur* davon in diesem Aërolithen vorhanden ist, und überhaupt auch, weil es schwerlich je anders als im *oxydirten* Zustande in Mineralien vorkömmt. *v. Gr.*

oxyd fallen, die aber wegen zu geringer Menge nicht gesammelt werden konnten. Die *grüne* dem Wasser mitgetheilte Farbe, und die schnelle Veränderung derselben läfst übrigens *keinen Zweifel* an der Gegenwart einer Spur *Mangans*. Die *gold-gelbe* Farbe deutet auf *Chrom*.

c) Die eingeengte goldgelbe Flüssigkeit, vorsichtig mit Salpetersäure *neutralisirt*, gerann wie Gallert, (wegen der sich ausscheidenden Kieselerde und etwas Alaunerde). Sie wurde bis zur Trockenheit in mässiger Wärme verdunstet, und der Pomeranzen-farbene Rest, mit Wasser ausgelaugt, wobei er wieder eine schön goldfarbene Auflösung lieferte, die von dem mit etwas Eisenoxyd vermengten erdigen Rückstand getrennt wurde. Diesen Rückstand fügte ich zu der noch im Silber-Tiegel verbliebenen alkalischen Masse hinzu, welche sich beim Auslaugen nicht im Wasser aufgelöst hatte; die erhaltene goldfarbene Flüssigkeit aber, welche chromsaures Kali enthielt, vermischte ich in einem Uhrglase mit einer Auflösung des salpetersauren Queckfilber-Oxyduls. Sie gab sogleich einen schön *Pomeranzen-farbenen* Niederschlag, der ausgewaschen, getrocknet, und über einer Spiritus-Lampe vorsichtig geglüht, *grünes Chromoxyd* zurückliefs, welches 1 Gran wog, und wofür 0,7 Gr. *Chrom-Metall* zu rechnen sind.

d) Die im Silber-Tiegel zurück gebliebene geschmolzene und ausgelaugte alkalische Masse des Steins, spülte ich von den Wänden des Tiegels mit Hülfe von ein wenig Wasser und einem silbernen Spatel los, brachte sie in eine porcellanene Abrauchschale, und *übersättigte* sie in ihr mit der ganzen Menge der an der

Luft gelbgrün gewordenen salzsauren Auflösung (*a. b*) und mit noch ein wenig Salzsäure. Bei Anwendung einiger Wärme wurde der gröſste Theil der Masse, nach vorhergegangenem Aufbrausen, aufgelöst. Die Flüssigkeit hatte eine schöne Pomeranzen-Farbe, wie die des salzsauren Eisen-*Oxyds;* das Wenige aber, welches sich nicht hatte auflösen wollen, und wovon sie klar abgegossen wurde, hatte eine weiſse, etwas ins *Graue* fallende Farbe und zum Theil ein metallisches Ansehen, welches mich anfangs sehr überraschte, da es sich eben so wenig wie das übrige weiſsliche Kiesel-erdige-Pulver, selbst nicht in höchst concentrirter Salzsäure bei Anwendung von Siedhitze, auflöste, schnell aber und unter starker Gasentbindung, als ich der noch warmen Salzsäure etwas *Salpetersäure* beifügte. Die Auflösung war wiederum schön Pomeranzenfarben *). Nach Einwirkung der Salpeter-Salzsäure war nur noch sehr wenig *weiſses Kieselerden*-Pulver zurückgeblieben, daſs bei der nachfolgenden Abscheidung des Haupt-Antheils Kieselerde mit als solche eingerechnet werden wird.

e) Die erste rein abgegossene und die zweite pomeranzen-farbene salpeter-salzsaure Auflösung wurde in einer Porzellan-Schaale zusammen gegossen, und in ihr zum Sieden gebracht und allmälig ver-

*) Ich habe mich bei Wiederholung meiner Analyse, bei der ich alles bestätigt fand, völlig überzeugt, daſs dieses dunkele Graue in dem erwähnten Rückstande nichts anders als etwas *unaufgelöstes Steinpulver* ist, und daſs die Salzsäure daraus beim Sieden noch einen Rückhalt von *Eisen* aufnimmt, und dann beim Zusetzen von Salpetersäure durch Oxydation dieses Eisens *gelb* wird, indem zugleich beide Säuren auf einander reagiren. *v. Gr.*

dampft. Hier zeigte sich eine zweite merkwürdige Erscheinung. Zuletzt nämlich, als die Flüssigkeit durch die sich ausscheidende Kieselerde eine gallertartige Beschaffenheit anzunehmen anfing, schied sich ein voluminöses hydratartiges, *dunkelfloh-farbenes* Präcipitat aus, das auf der Oberfläche der gallertartigen Flüssigkeit schwamm, und diese dadurch ganz dunkel und undurchsichtig machte. Einige Tropfen *Salpetersäure* bewirkten schnell, unter starker *nitröser* Gasentbindung, die Wieder-Auflösung dieser flohfarbenen Flocken, und somit kehrte die Pomeranzen-Farbe wieder *). Als nun die Flüssigkeit bis zur Trockenheit abgedampft wurde, unter stetem Umrühren, blieb ein, theils gelblichweiss, theils apfelgrün erscheinender Rückstand, der mit salzgesäuertem Wasser in gelinder Wärme ausgelaugt wurde. Die abgeschiedene *Kieselerde* sonderte ich durch Filtriren, und die Flüssigkeit goss ich mit dem von der Kieselerde abfliessenden salzgesäuerten Aussüsswasser zusammen. Die er-

*) Die Abscheidung der *flohfarbenen Flocken* beim Sieden und Abdampfen der ganzen mit Salzsäure übersättigten Masse um daraus die Kieselerde abzuscheiden, beruht eines Theils auf der bekannten schon von Priestley beobachteten Erscheinung, dass salzsaure Eisenoxydul-Auflösung durch salpetersaures Gas ganz *dunkel-purpur*, oder auch *flohfarben* wird, und andern Theils auf der Reaction der Salpeter- und Salzsäure, wobei eben dieses (salpetersaure) Gas in der (salzsaures Eisenoxydul etc. haltenden) Auflösung frei wird. Dass sich hier das Dunkelfarbige in *Flocken* zeigte, bleibt immer *merkwürdig*, und scheint auf eine Verbindung des *farbigen* (etwa salpetersaures oder salpeter-salzsaures Eisenoxydul?) mit der sich während des Abdampfens ausscheidenden *Kieselerde* zu deuten? *v. Gr.*

haltene vollkommen weiſs erſcheinende *Kieſelerde* wog getrocknet, und mit der in *d* erhaltenen vermengt, und in einer Platinaſchaale geglüht, 33,2 Gran. Sie blieb, ſelbſt nach dem Glühen, vollkommen weiſs.

f) Die von der Kieſelerde abfiltrirte gelb-grüne Flüſſigkeit wurde nun mit kauſtiſchem Ammoniak im ſtarkem Ueberſchuſs verſetzt, um das Eiſen*oxyd* und die etwa darin befindliche Thonerde abzuſcheiden. (Denn da in der Flüſſigkeit eine *hinreichende* Menge Salzſäure vorhanden war, ſo konnte die Bittererde, die mit Salzſäure und Ammoniak ein auflösliches dreifaches Salz zu bilden fähig iſt, *eben ſo wenig* wie das Nickeloxyd, welches dieſelbe Eigenſchaft hat, und überdieſs auch noch an und für ſich in Ammoniak auflöslich ſeyn ſoll, durch das überſchüſſige Ammoniak niedergeſchlagen werden, ſondern beide muſsten zugleich mit der Kalkerde, die durch kauſtiſches Ammoniak nicht zerſetzt wird, *aufgelöſt* bleiben.) Das erhaltene braunrothe Präcipitat, von dem Flüſſigen mittelſt eines Filters getrennt und ausgeſüſst, lieferte eine ſchön *violbläuliche* Flüſſigkeit, die vollkommen klar und ſtark ammoniakaliſch war.

g) Nachdem das noch feuchte, braunrothe Eiſenoxyd-Hydrat, mittelſt eines Spatels, vorſichtig in eine Abrauchſchaale geſammelt, und mit einer concentrirten kauſtiſchen Kalilauge einige Minuten lang geſiedet worden war, wurde etwas Waſſer zugethan und das Ganze auf das erſtere Filter zurückgebracht, und das darauf zurückbleibende *Eiſenoxyd-Hydrat* gehörig ausgeſüſst; und hierauf wurde es ein paar Tage lang auf einem warmen Ofen (ungefähr bei 70° R.) ge-

trocknet *). Dieses Eisenoxyd-Hydrat suchte ich dadurch von ihm anhängenden Kali, Kalk, und Bittererde zu reinigen, dass ich es in einer Platin-Schaale mit etwas Wasser vermengte, und so lange vorsichtig Salpetersäure tropfenweise und unter stetem Umrühren darauf fallen liess, als noch ein Aufbrausen erfolgte. Hierauf brachte ich das Gemenge über einer Spiritus-Lampe zum Eintrocknen und selbst etwa eine Minute lang dem Glühen nahe, damit das etwa gebildete salpetersaure Eisen*oxyd* wieder zersetzt würde, welches bei weitem nicht so schnell und leicht mit den Verbindungen des Kalks, der Bittererde und des Kali mit der Salpetersäure erfolgt. Der Rückstand wurde nun mit Wasser ausgelaugt, das etwas salpetersauren Kalk und salpetersaure Bittererde, wie auch Salpeter aufnahm. Dieses Wasser der ammoniakalischen violblauen Flüssigkeit (*f*) beigefügt, bewirkte kein Trüben derselben. Endlich wurde das ausgelaugte *Eisenoxyd* in

*) Während dieser Zeit hatte dieses Eisenoxyd-Hydrat folgende sonderbare Eigenschaften angenommen. Das Volumen war, verglichen mit dem, welches es feucht hatte, aufserordentlich zusammen geschrumpft. Von aufsen sahen die zerborstenen Theile rauh und braunroth aus, aber auf dem frischen Bruch erschien vollkommener *Glasglanz* und dunkele schöne *Granatfarbe*. Dabei war die *Härte* so bedeutend, dass mit den scharfen Kanten dieser Stücke *Glas geritzt* werden konnte, und doch waren sie zugleich *so brüchig*, dass, als ich das Filter zusammengebogen vom Ofen nahm und auf einem Tisch bei einer Temperatur von ungefähr 12° R. liegen liess, sie darin beim allmäligen Erkalten nach und nach unter Knistern und mit einiger Gewalt *zersprangen*. Die zersprungenen Stücke behielten jedoch ihre Härte; denn ich hatte einige Mühe sie im Achatmörser völlig zu zerpulvern. *v. Gr.*

derselben Platin-Schaale mäſsig geglühet. Im Vergleich mit seinem früheren Gewicht (als unreines Eisenoxyd-Hydrat) hatte er nun genau 35 Procent verloren. In diesem gereigten, mäſsig geglüheten Zustande wirkte es *nicht* auf die Magnetnadel, und wog 65 Gran, welche ein Aequiv. von 43 Gran *metallischem* Eisen sind. Da aber nur 26 Gran Eisenmetall in 100 Gr. des Steins enthalten seyn können (s. oben *a*), so muſs der Unterschied beider Mengen = 43 — 26 = 17 Gran, die Menge des Sauerstoffs seyn, welche mit einem Theile dieses Eisenmetalls im Oxydul-Zustande verbunden waren, und daher die Menge dieses letztern nahe 5 Gran betragen. Folglich sind in 100 Gran des Steins 17 + 5 = 22 Gran *Eisenoxydul* befindlich.

h) Die vom Eisenoxyd-Hydrat abfiltrirte kaustische Kalilauge enthielt etwas *Thonerde* aufgelöst; denn als ich ihr Salmiak-Auflösung in genugsamer Menge zufügte, fielen allmälig zarte Flocken nieder, die nach einigen Stunden auf ein Filter gesammelt, ausgewaschen und wohl getrocknet, das Gewicht desselben um 1,3 Gran vermehrt hatten.

i) Die in *f* erhaltene ammoniakalische violblaue Flüssigkeit prüfte ich auch auf einen etwanigen Mangan-Gehalt, indem ich einen kleinen Antheil davon in einer Glasschaale in gelinder Wärme stark eineng-te, und selbst der Trockenheit nahe brachte, wobei sich *keine* Flocken von Mangan-Oxyd ausschieden. Der Rückstand, in einigen Tropfen Wasser aufgelöst, wurde wieder zu der Flüssigkeit gefügt. Um das überschüssige Ammoniak daraus zu vertreiben wurde nun das Ganze erhitzt und etwas eingeengt, hierauf nach

dem Abkühlen, mit Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak versetzt, und das gebildete sehr dunkele, fast schwarze Präcipitat von *Schwefel-Nickel* durchs Filter geschieden, ausgesüſst und getrocknet. Es wog 3,7 Gran, wofür man füglich 2 Gran *Nickel-Metall* rechnen kann. Als es mit Salpetersäure behandelt, dann filtrirt und die Auflösung mit Eisen-blausaurem Kali versetzt wurde, entstand ein weisser ins Blau-grüne fallender Niederschlag; und metallisches Eisen schlug aus der Auflösung *kein* Kupfer nieder. Es schien demnach blos Schwefel-Nickel zu seyn, ohne Beimengung eines andern Metalls *).

k) Die von Schwefel-Nickel abfiltrirte wasserhelle Flüssigkeit wurde nun aufs neue etwas stärker in gelinder Hitze eingeengt. Als ihr darauf nach dem Erkalten einige Tropfen sauerkleesaures Ammoniak beigefügt wurden, trübte sie sich erst nach einigen Minuten deutlich und setzte einen Niederschlag von *sauerkleesaurem Kalk* ab, der aber in zu geringer Menge vorhanden war, als daſs ich ihn hätte wiegen können.

l) Die vom sauerkleesauren Kalk-Präcipitat klar abgesonderte wasserhelle Flüssigkeit, wurde nun endlich mit kaustischer Kalilauge in hinreichender Menge versetzt, um alles Ammoniak des Salmiaks in der Siedhitze zu verjagen. Die abgeschiedene *Bittererde* wur-

*) Man könnte sich auch, in Ermangelung besserer Reagentien, der mittelst eines Magnets aus dem Steinpulver ausgezogenen Metall-Theile bedienen, um daraus mittelst Salzsäure Schwefel-Wasserstoff zu entbinden, welches man, vermöge einer Gas-Leitungsröhre, durch die violblaue Flüssigkeit zur Abscheidung des Nickels leiten könnte. *v. Gr.*

de dann auf ein Filter gebracht und das Abfliefsende mit einem neuen Zusatz von Kalilauge geprüft, ob es sich dadurch trüben würde. Es erfolgte aber keine weitere Trübung. Die Bittererde ausgesüfst, getrocknet und geglühet, erschien als ein zartes, schnee-weisses, lockeres Pulver von = 10,8 Gran Gewicht.

Dieser Analyse zu Folge sind die Bestandtheile des Lixnaer, oder Dünaburger Meteorolithen in 100 Gewichtstheilen folgende:

20 Eisen + 2 Nickel = 22 Nickel-Eisen }
6 Eisen + 3,5 Schwefel = 9,5 Schwefel-Eisen } =

	Schwefel-Nickel-Eisen	31,5	(a, i).
Ferner	Kieselerde	33,2	(d, e)
	Eisenoxydul	22,0	(g)
	Bittererde	10,8	(l)
	Thonerde	1,3	(h)
	Chrom-Metall	0,7	(c)
	Kalkerde und Mangan, eine Spur	0,5	(k, b)
		100,0	

Die analytische Methode, welche ich hier angegeben habe, scheint mir die zweckmäfsigste zu seyn, die man in dergleichen Fällen anwenden kann. Man mufs vorher nach andern bekannten, und dann nach dieser arbeiten, um den Unterschied bemerken zu können. Besonders hat es mir geschienen, dafs der *Mangan*- und *Chrom*-Gehalt, wenn beide sich nur in geringer Menge vorfinden, leicht übersehen werden kann, wenn man nicht *vor* dem Schmelzen der Steinmasse mit Aetzkali den so sehr bedeutenden Eisengehalt wegschafft. Auch wird die mit Salzsäure behandelte Masse nachher vom Kali weit leichter angegriffen und aufge-

löst. Zum Schluss will ich noch erinnern, dass das Chrom ohne Zweifel im *metallischen* Zustande, *wenigstens* in *diesem* Aërolithen, vorhanden ist, weil sonst, wenn es nämlich als Oxyd darin wäre, die Salzsäure es würde aufgelöst haben.

Zusatz,

von dem Kurländischen meteorischen Papiere und einem Finnländischen Meteorsteine.

Von Hrn von Grotthuss haben wir schon im vorigen Jahre einen interessanten Beitrag zu denjenigen wunderbaren meteorologischen Ereignissen erhalten, die aus dem Gebiete der Mährchen und der Fabeln hervorgezogen und zu einer wissenschaftlichen Einsicht zubereitet zu haben, eins der Verdienste Hrn Chladni's ist. Aufmerksam gemacht durch dieses Physikers *fünfte* Fortsetzung seiner Nachrichten über Massen, die vom Himmel gefallen sind, in diesen *Annalen* (Jahrg. 1819 St. 9, oder B. 63 S. 37) auf *Papier*, das im Jahr 1686 am 31 Januar in Kurland bei dem Dorfe *Rauden* vom Himmel herabgefallen seyn soll, erinnerte sich Hr. von Grotthuss unter einigen von seinem Vater hinterlassenen Naturalien zwei kohlschwarze, wie verbranntes Papier aussehende, nur festere Blättchen, 1¼ Zoll lang und breit, bemerkt zu haben, welche der Aufschrift nach solches Raudisches Himmels-Papier seyn sollten. Er untersuchte sie, so weit der kleine Vorrath es erlaubte, theilte der Kurländischen Gesellschaft für Literatur und Kunst im Januar 1820 einen Aufsatz über diesen merkwürdigen Gegenstand, und daraus in dem Schweigg. Meineck. Journ. f. Chem. und Phys. B. 26 H. 4 S. 332 einen Auszug mit einem Nachtrage in B. 30 H. 2 S. 169 mit; und hatte die Galante-

rie Hrn Chladni und mir kleine Probestücke dieses Himmels-Papiers zu verehren. Es ist blätterförmig, so dünn wie gewöhnliches, und runzlich wie nass gefaltetes und wieder trocken gewordenes Schreibpapier, ziemlich zusammenhängend, etwas elastisch, leicht und mit Knistern oder Rauschen brechend, leicht zu schneiden, aber schwer zu pulvern, und hat hier und da kleine weisse Körnchen, wie Quarz- oder Sandkörner eingesprengt. Wo es an den dünnsten Stellen etwas durchscheinend ist, erscheint es beim Durchsehen braungelb, das übrige ist kohlschwarz. Einmal im Wasser untergesunken, steigt es nicht wieder an. Bei diesem Sinken in einem Glase nahe am Rande wird es vom Magnet nicht angezogen, auch zeigt es keine Spur von Wirkung auf die Magnetnadel. Es ist ein electrischer Halbleiter, *entflammt* sich an einem Lichte, doch nur auf kurze Zeit, und glimmt dann noch wie Zunder fort, mit sichtbarem Rauch, der anfangs wie der von Papier, zuletzt aber schweflich riecht, und giebt eine Asche, die der Magnet zieht, aber keine Spuren von Schwefelsäure zeigt. Salpetersäure macht die Blättchen ziegelroth, dann gelb, zuletzt weisslich, und wird dabei selbst durch das *Eisen*, das sie in sich aufnimmt, safrangelb, und dann mit anthrazothionsaurem Kali herrlich roth; zeigt auch etwas Magnesia oder Thonerde und Kalk. Beim Erhitzen bis zum Sieden in der Salpetersäure schwellt das Himmelspapier stark auf, zergeht und läſst ein weisses Pulver; es scheint vor dem Zergehen Kohle, einem andern leichter brennbaren Körper (Schwefel?), und Kieselerde zu enthalten. Hr. von Grotthuss schliesst aus seinen zerlegenden Versuchen: „dass dieser papierartige, schwarze Körper dieselben Bestandtheile, als in den Aërolithen vorzukommen pflegen, enthalte, nämlich *Kieselerde*, *Eisen*, *Kalk*, *Kohlenstoff*, entweder *Magnesia* oder *Thonerde*, einen beim Brennen *schwefel*-artig riechenden Körper, und *Nickel*." Hr. von Grotthuss fand hierbei Wollaston's Prüfungs-Verfahren auf Nickel unzuverläs-

ſig, da man nach demſelben Mangan für Nickel nehmen kann, und verbeſſerte das Verfahren. Dieſe Unterſuchung und die geſchichtlichen Nachrichten ſetzen den *meteoriſchen Urſprung* dieſer ſchwarzen papierartigen Maſſe, nach Hrn von Grotthuss Urtheil, *außer allen Zweifel.*

Ein in dieſer Gegend wohnender Prediger, M. Krüger, hatte dem damaligen Profeſſ. Medic. Hartmann in Königsberg in dem folgenden Jahre eine Probe der Maſſe zugeſchickt, damit er ſie unterſuche und darüber ſein Urtheil gebe, und aus dem, was er ihm mitgetheilt und dieſer in den *Ephem. Nat. Curioſ.* ; *Norimb.* 1689 bekannt gemacht hat, erhellet, daſs am 29 Januar neuen Styls 1686 ein gräulicher Sturmwind aus NO gekommen war, der den folgenden Tag mäſsiger blies, doch bis zum 31 Januar anhielt, an welchem Tage dieſer papierartige Körper mit *Schnee* und Sturm flockenweiſe herabkam. Er bedeckte Morgens einen groſsen Platz an einem Teiche fingerhoch, in Tiſch-groſsen Stücken, die der Wind nachher zerriſs und umher ſtreute; er roch wie Meergras (*fucus*), und hatte Grashalme anhängen. Hartmann verglich ihn mit „der zähen, oft ſehr ausgedehnten und zuſammenhängenden Sternſchnuppen-Maſſe" und erzählt „ein ähnliches Gewebe ſoll um dieſelbe *Zeit* in *Pommern* niedergefallen ſeyn, auch in *Norwegen* die Wälder bedeckt haben." — In einen *bohnenartigen* ſchwarzen Körper, welchen man ein Paar Monate nach dem Papierfall in derſelben Gegend auf einem Acker fand, auf dem das Jahr zuvor Gerſte geſtanden hatte, erkannte Hr. von Grotthuss bei ſeiner Unterſuchung deſſelben einen offenbar vegetabiliſchen Urſprung; er hält ihn für ein *Sclerotium.* Ein Aufſatz über das Kurländiſche Meteoriſche Papier in „Joh. Kanold's Supplementum I curiöſer und nutzbarer Anmerkungen von Natur- und Kunſtgeſchichten, Bautzen 1726, S. 79," er-

zählt, ein Bauer habe dasselbe flockenweise aus der Luft herabfallen sehen.

Hr. Biot dürfte in diesem meteorischen Papiere *Nordlichts-Materie* zu sehen geneigt seyn, welche der NO-Wind herbeigeführt habe. Und vielleicht mehr noch in den *Finnländischen Meteorsteinen*, von denen sich eine Nachricht in Scherer's Allg. Nord. Ann. d. Chem. B. 1 S. 474 findet. Sie fielen am 13 December 1813 bei dem Dorfe *Lontalax*, Kirchspiel *Sawitaipal*, Gouvernement *Wiborg*, gröfstentheils auf das Eis eines Sees herab, und nach dem, was in dem schätzbaren Schweigg. und Mein. Jour. f. Chem. und Phys. H. 2 1821, Herr Bergmeister Nils Nordenskiöl von ihnen sagt, sieht die dünne Rinde wie Pech, der Stein im Innern aber wie zusammengehäufte vulkanische Asche aus, und ist zwischen den Fingern zu zerreiben. Mit der Loupe sieht man in der grauen, aschfarbigen, nur wenig zusammen hängenden Hauptmasse, die vor dem Löthrohr ohne sich aufzublähen zu einer schwarzen, undurchsichtigen Kugel schmelzt, hell-olivengrüne wie geschmolzene Körner, höchstens von Stecknadel-Knopf Gröfse, die sich vor dem Löthrohr wie Olivin verhalten; weifse, halbdurchsichtige, spröde, nicht schmelzende Theile, die aussehen und sich verhalten wie Leucit; und mit dem Magnet auszuziehende, äufserst feine metallische Körner. In höheren Breiten als diese ist noch kein bekannter Meteorstein niedergefallen, und keiner hat nach Hrn Nils Nordenskiöld eine gröfsere Aehnlichkeit als sie mit vulkanischen Erzeugnissen.

Gilbert.

II.

Versuche über die Einwirkung der galvanischen Electricität auf die Magnetnadel, mit dem vom Herrn Prof. Gilbert angegebenen Apparate;

von dem

Consistor. Secret. W. Bechstein in Altenburg.

Auf das lebhafteste, wie gewiss jeder Freund der Naturwissenschaften, von der Wichtigkeit der Entdekkung des Hrn Prof. Oersted ergriffen, war ich eben im Begriff die electro-magnetischen Versuche mit meiner grossen galvanischen Batterie, aus 150 Platten-Paaren, jede von 36 Quadratzoll Oberfläche, zu wiederholen, als ich aus dem Decemberstück 1820 dieser Annalen Hrn Prof. Gilbert's sinnreichen Apparat kennen lernte, der sehr wesentliche Vortheile vor einem grossen Platten-Apparat gewährt, bei dem das Auffetzen und das Reinigen der Platten allein schon eine Arbeit ist. Jener Apparat ist nicht nur mit wenig Kosten auszuführen und sehr leicht zu behandeln, sondern es entspricht auch die Wirkung desselben dem beabsichtigten Zweck so vollkommen, dass man diese Versuche mit der grössten galvanischen Batterie nicht auffallender darzustellen vermag.

Ich habe an demselben einige Abänderungen gemacht, und will erst diese beschreiben, dann die Versuche folgen lassen.

Der gewalzte Zinkſtreif meines Apparats iſt 2″ 2‴ breit *) 20,5″ lang, und bei *A* und *B* (Fig. 1 Taf. VIII) rechtwinklich gebogen. *C* iſt eine ſchwache Glas-Säule, oben und unten in Zwingen von Zink eingeküttet, welche mittelſt verſenkter Meſſingſchräubchen, wie in *D* zu ſehen iſt, in dem obern und untern Theil des Zinkſtreifes befeſtiget ſind. Der obere Streifen iſt an ſeinem Ende bei *E* 1″ 9‴ lang und faſt 2‴ breit durchbrochen, und in dieſe Oeffnung wird die Verbindungs- oder Schlieſsungs-Platte, wie in Fig 2, gehängt. Dieſe Platte (Fig. 3 *a* und *b*) beſteht aus einem 4,5″ langen Zinkſtreifen, der bei *c* zuſammen gehämmert, und bis ⅔ ſeiner Länge von unten durch Zinknieten genau zuſammen gehalten iſt, damit keine Säure auf die innern Seiten des Streifs wirken könne. Ich zog das Zuſammen-Nieten dem Zuſammen-Löthen vor, um alle andere Metalle zu entfernen. Die beiden obern Enden der Platte ſind bei *d* ſcharf rechtwinklich gebogen und geben ſich bis dahin, wo die Nieten ſind, aus einander, wodurch ſie ſo viel Federkraft erhalten, daſs die Platte feſt in der Oeffnung des obern Streifens hängt und überall genau anſchlieſst. Das Kupfergefäſs iſt dem von Hrn Gilbert beſchriebenen völlig gleich, ſo wie ich jede dort angegebene Einrichtung beibehalten habe. Die in Grade getheilte Meſſingſcheibe von 4,5″ Durchmeſſer iſt verſilbert und auf ihrer Oberfläche mit Lack überzogen. Die Magnetnadel, von blankem Stahl, hat 3″ 9‴ Länge, iſt 1,5‴ hoch, 0,5‴ ſtark, und wiegt mit dem Agathütchen 59 Gran.

*) Alle angegebenen Maaſse ſind Pariſer Maaſs. B.

Dieser ganze Apparat steht auf einem Brettchen fest, und wird beim Experimentiren auf eine Scheibe von starker Pappe gestellt, worauf eine Windrose in 16 Theile gezeichnet ist. Da an der untern Seite des Brettchens ein kleiner Zapfen befestiget ist, welcher genau in das in der Mitte der Pappe befindliche Loch pafst: so kann das Instrument sanft durch die ganze Windrose herum gedreht werden.

Diese Einrichtung gewährt nun folgende Vortheile: 1) steht das Instrument fest, und ist vor jeder Erschütterung gesichert, welches bei genauem Experimentiren von Vortheil ist; 2) läfst sich jeder Versuch augenblicklich wiederholen, ohne dafs im geringsten etwas braucht aus seiner Lage verrückt zu werden; 3) kann man durch das Herausheben und Einsenken der Schliefsungs-Platte in den feuchten Leiter, den Kreis leicht öffnen und schliefsen; 4) endlich läfst sich die Schliefsungs-Platte auf die bequemste Weise schnell reinigen, welches beim Experimentiren durchaus nöthig ist.

Ich habe mir zu meinem Apparat vier solcher Schliefsungs-Platten bereitet, um schnell experimentiren zu können und dabei noch den Vortheil zu haben, dafs die Säure nicht zu lange auf ein und dieselbe Platte wirkt.

1. Versuch mit Einer Magnetnadel.

Nachdem ich dem Wasser, womit das Kupfer-Gefäfs gefüllt war, gegen 8 Prozent Königswasser beigemischt und das Gefäfs in magnetisch *Süden* gestellt hatte, so dafs also der electrische Strom nach Norden zu flofs, wurde die eingetheilte Messingscheibe auf den *untern*

Theil des Zinkſtreifen gelegt, die Magnetnadel aufgeſetzt, und, nachdem ſie auf Null in Ruhe gekommen war, der electromotoriſche Kreis durch Einſenken der Schlieſsungs-Platte in den feuchten Leiter geſchloſſen. Die Nadel ging ſogleich durch *Oſten* bis 150° gegen Süden, dann zurück bis 16° gegen Weſten, und blieb endlich bei 48,5° öſtlicher Abweichung ſtehen. Als ich dieſen Verſuch noch zweimal wiederholte, erfolgten die nämlichen Reſultate. Die Nadel hatte alſo einen Bogen von 166 Graden durchſchwungen. Dieſer erſte Verſuch überzeugte mich vollkommen von der auſserordentlichen Wirkung dieſes Apparats, welcher die Magnetnadel noch um 3,5° mehr zur Abweichung vom magnetiſchen Meridian brachte, als der ſo mächtige De la Rive'ſche Apparat, (Annal. 1820 St. 11 S. 306).

2. Verſuch mit drei Magnetnadeln.

Da meine Magnetnadel ſo kräftig wirkt, daſs ſelbſt in einer Entfernung von 6 Zoll eine über oder unter ihr befindliche Magnetnadel geſtört wird, ſo muſste ich mich, um den Verſuch mit mehrern Nadeln zugleich anzuſtellen, kleiner ſchwacher Nadeln bedienen, die ich mir aus Uhrfedern machte, und deren jede 2″ lang iſt. Eine dieſer Nadeln ſtellte ich *über* den oberen, die zweite *unter* den *obern*, und die dritte *über* den *untern* Zinkſtreifen (ſ. Fig. 1), und nachdem ich mich überzeugt hatte, daſs alle drei Nadeln in Null einſpielten, ſchloſs ich den Kreis. Die obere blieb auf 50° *weſtlicher*, die beiden andern aber blieben auf 62° *öſtlicher* Abweichung ſtehen. Dieſe Differenz, welche für die untere Nadel (auf *B*) gegen die obere (auf *A*)

+ 12° ist, lehrt, dafs da, wo die beiden Metalle, (das Kupfer-Gefäfs und der Zink-Streifen) in unmittelbarer Berührung sind, die galvanische Electricität also erregt wird und von wo aus sie strömt, sich eine *stärker* ablenkende Kraft auf die Magnetnadel äufsert, als in der Gegend, wo die beiden durch die Metalle erregten Electricitäten sich durch die Berührung mit dem feuchten Leiter wieder ausgleichen.

3. Versuch mit einer Magnetnadel über dem untern Theile des Zinkstreifen, durch die ganze Windrose.

Die folgende tabellarische Uebersicht giebt die Schwingungen und Ablenkungen der Magnetnadel an, welche bei jedem veränderten Stand des Apparats durch die Windrose erfolgen.

Stand des Gefäfses		Gränze der Schwingungen der Nadel		Ruhestand der Nadel	
1 Süden		150° öftlich,	16° westl.	48,5°	
2 SSW		160	0	65	
3 SW		210	3	85	östlich
4 WSW	a	262	5	107,5	
	b	282	25	116	
5 Westen		0		0	
6 WNW		234 westl.,	— 5 nach Norden	113,5	
7 NW		150	— 35	70	
8 NNW		148	— 34	56	
9 Norden		145	— 9	51	westl.
10 NNO		79	0	35	
11 NO		49	0	23	
12 ONO		22	0	11	
13 Osten		0		0	
14 OSO		25 östl.	0	11	
15 SO		44	0	22	östl.
16 SSO		82	5 westl.	35	
17 Süden		110	5	48,5	

Es stimmen die Resultate dieser Versuche mit denjenigen, welche Hr. Prof. Gilbert in Stück 12 S. 366 in der tabellarischen Zusammenstellung mittheilt, fast gänzlich überein. Nur Eine auffallende Differenz zeigt sich zwischen beiden beim Stand des Gefäfses in Nord-West. Denn während meine Magnetnadel die Ablenkung stets um 7° bis 11° *gröfser* als dort angab, zeigte sie doch nur beim Stand des Gefäfses in NW eine östl. Ablenkung von 70°, indessen, bei dem nämlichen Stand des Gefäfses, in jener Tabelle der Ruhestand der Nadel bei 75° bemerkt ist; folglich gab hier meine Nadel die Ablenkung um 5° *kleiner* an. Die Ursache dieser Differenz kann leicht in einem augenblicklichen Zufall gelegen haben, wodurch die Wirkung des electrischen Kreises auf eine oder die andere Weise gestört, oder unterbrochen worden ist, was öfters selbst die gröfste Vorsicht nicht verhindern kann.

Die doppelt bemerkte Angabe des 4ten Versuchs hat ihren Grund darin, dafs ich mich bei der Wiederholung desselben einer ganz neuen Schliefsungsplatte bediente, daher die Schwingungen der Nadel um 40°, und die Ablenkung derselben vom magnetischen Meridian um 8,5° gröfser ausfiel.

Begierig zu wissen, ob in WSW das Maximum der ablenkenden Kraft des galvanisch-electrischen Stromes für die Magnetnadel sey, oder ob eine noch gröfsere Ablenkung derselben erfolge, wenn z. B. das Gefäfs in W gen S stehe, drehete ich das Instrument sanft und ohne die geringste Erschütterung, aus WSW nach Westen zu. Doch augenblicklich ging nun auch die Nadel ganz langsam nach Norden zu und blieb ohne zu oscilliren auf 0° stehen. Dieser Stand blieb un-

verändert, ich mochte die Kette wieder öffnen, oder schliessen.

Da meine Magnetnadel wegen ihrer grossen Empfindlichkeit stets 1 bis 2 Minuten, je nachdem die Schwingung gross oder klein ist, Zeit erfordert, ehe sie zur Ruhe kömmt, ich auch die Versuche mit der möglichsten Genauigkeit und Sorgfalt anstellte: so bedurfte ich eines Zeitraums von fast 1½ Stunden, ehe ich mit diesen 17 Versuchen zu Ende kam, und dennoch hatte hierdurch weder der Apparat an Kraft, noch die Flüssigkeit im Kupfer-Gefäss an Leitungs-Vermögen etwas verloren, wie dieses der 17te Versuch beweist, wo die Magnetnadel sogar auf ½° wieder auf ihren ersten Stand in Ruhe kam.

Nach dieser Tabelle zeigt sich nun die *grösste* ablenkende Kraft des galvanisch-electrischen Stroms auf die Magnetnadel, wenn derselbe von WSW nach ONO, oder von WNW nach OSO zu fliesst; die *kleinste* ablenkende Kraft hingegen beim Ausströmen von OSO und ONO; und *gar keine* Ablenkung erfolgt, wenn der Strom von O oder von W ausgeht. In Fig. 4 stellen sich diese Ablenkungen noch anschaulicher dar.

4. Versuch mit der Magnetnadel über dem obern Theile des Zinkstreifes in Beziehung auf die magnetischen Weltgegenden.

Der zweite Versuch mit drei Magnetnadeln hatte gezeigt, dass eine *über* dem *obern* und eine *über* dem *untern* Zinkstreifen schwebende Magnetnadel nicht blos nach entgegengesetzten Richtungen, sondern auch in verschiedenen Grössen vom magnetischen Meridian abgelenkt werden. Ich wiederholte daher die Reihe von Versuchen durch die ganze Windrose noch ein-

mal mit der Magnetnadel über dem obern Theil des Zinkstreifes. Wie diese Schwingungen und Ablenkungen erfolgten, giebt nachstehende Tabelle an.

	Stand des Gefäſses	Gränze der Schwingungen der Nadel	Ruhestand der Nadel	
1	Süden	80° westl. — 5° nach Norden	38°	westl.
2	SSO	70 — 23	36	westl.
3	SO	55 — 30	36	westl.
4	OSO	ging bis 5° nach Westen ohne zu schwingen	5	westl.
5	Osten	0	9	
6	ONO	15 östl. ohne zu schwingen zurück auf 6°	6	östl.
7	NO	85 — 24 nach Norden	48	östl.
8	NNO	90 — 18	46	östl.
9	Norden	65 — 10	33,5	östl.
10	NNW	49 — 9	21,5	östl.
11	NW	20 — 7	11	östl.
12	WNW	9 — 2	3,5	östl.
13	Westen	0	0	
14	WSW	10 westl. 0	4	westl.
15	SW	21 — 10 nach Norden	12,5	westl.
16	SSW	35 — 10	22,5	westl.

Vergleicht man diese Tabelle mit der vorigen, so findet sich, daſs alle Schwignungen und Ablenkungen der Magnetnadel jetzt *kleiner*, als zuvor ausgefallen, und daſs auch die Verhältnisse unter sich verändert worden sind *). Ueberflüssig ist es wohl zu bemerken,

*) Hierzu giebt der dritte Abschnitt des folgenden Aufsatzes die Erklärung. Herr K. S. Bechstein wird sich durch Wiederholung dieser mit grosser Genauigkeit angestellten schätzbaren Versuche an verschiedenen Stellen des obern und des untern

dafs man in beiden Tabellen den Stand des Kupfer-Gefäfses nicht mit dem Ab- und Zuströmen der galvanischen Electricität verwechsele; denn bei den Versuchen in der ersten Tabelle fliest der electrische Strom von da *aus*, wo das Kupfer-Gefäfs stand, bei den Versuchen in der zweiten Tabelle fliest er dagegen in der Richtung nach dem Kupfer-Gefäfse *zu*.

5. Versuche mit diesem Apparat an einem über ein Brett gespannten Draht.

Dafs mit dem einzigen Paar Electromotore, woraus der Apparat besteht, diese Versuche sich nicht auf eben die Art anstellen lassen, wie mit einer Voltaischen Säule, dafs man nämlich einen über ein Brett gespannten Draht, *über* oder *unter* dem sich eine Magnetnadel befindet, in die Kette bringt, bedarf keiner Auseinandersetzung. Ich habe daher diesem einen noch ein zweites Paar Electromotore beigefügt, um aus ihnen den electrischen Strom durch einen über ein Brett gespannten Draht leiten zu können. Zu dem Ende legte ich auf den untern Zinkstreifen, da, wo sonst das Kupfer-Gefäfs zu stehen kommt, eine viereckige Kupferplatte, und auf sie 4 kleine Glasplatten 2''' dick, bedeckte sie mit einer viereckigen Zinkplatte und stellte auf diese nun erst das Kupfer-Gefäfs. So hatte ich also nun zwei Paar Electromotore, die durch

Streifen, näher bei dem Kupfer-Gefäfse und weiter davon ab, und an lothrechten, auch wagrechten Stellen cylindrischer Schliefsungs-Leiter, ein Verdienst um die Wissenschaft erwerben. Der nächst folgende Auffatz macht auf alles aufmerksam, worauf dabei zu sehen ist. *Gilb.*

die Glasplatten von einander getrennt waren, und mit den entgegengesetzten Enden des Drahtes verbunden werden konnten. Ich spannte nun einen Silberdraht über ein Brett, legte auf dasselbe die Messingscheibe mit der Magnetnadel, so, dass der Draht in der Entfernung *eines halben Zolles über* der Magnetnadel gespannt war, gab dem Brett die Richtung des magnetischen Meridians, hing in die Zinkplatte und eben so in die Kupferplatte einen Silberdraht ein, und liess die Schliessungs - Platte in den feuchten Leiter hinab. Als ich nun den Draht der Kupferplatte *K* mit dem nach Norden zu gekehrten Ende *N* des aufgespannten Drahtes, und den Draht der Zinkplatte *Z* mit dem nach Süden zu gekehrten Drahtende *S* in Verbindung brachte, ging die Nadel bis 45° nach Westen, dann zurück bis 38° nach Osten, und blieb bei 29° *westlicher* Abweichung stehen. Darauf verband ich *Z* mit *N* und *K* mit *S*, worauf die Nadel eine Schwingung von 70° gegen Osten und 5° gegen Westen machte, bei 21° *östlicher* Abweichung aber zur Ruhe kam. Durch diese Erscheinungen völlig befriediget, brachte ich nun noch die Messingscheibe mit der Magnetnadel *einen halben Zoll hoch über* den ausgespannten Draht und verband *K* mit *N* und *Z* mit *S*. Es erfolgte eine Schwingung der Nadel von 60° östl. und 20° westl., worauf der Ruhestand der Nadel bei 21° *östlicher* Abweichung eintrat. Bei der Verbindung des *Z* mit *N* und *K* mit *S* machte die Magnetnadel eine Schwingung von 40° westlich, ging bis 0° zurück und blieb bei 22° *westlicher* Ablenkung stehen. Der Erfolg dieser Versuche zeigt, dass man durch die vorgenommene Einrichtung mit diesem

kleinen Apparate die Oersted'schen Versuche eben so wie mit einer grossen galvanischen Batterie anzustellen vermag. Und dabei findet die Oersted'sche Formel: „der Pol, *über* welchem die *negative* Electricität eintritt, wird nach *Westen*, der Pol *unter* welchem sie eintritt, nach *Osten* zu gedreht," überall ihre Anwendung.

6.

Endlich versuchte ich noch, ob meine grosse aus 20000 sechszehn Quadrat-zölligen Scheiben bestehende *Zambonische Säule* nicht im Stande sey, eine Ablenkung der Magnetnadel hervorzubringen; allein es erfolgte nicht die geringste Bewegung der Nadel, wie ich das auch im Voraus vermuthete. Denn denkt man sich den *electrischen Strom* und die *electrische Spannung* als zwei verschiedenartige Erscheinungen in den Voltaischen wie in den Zambonischen Säulen, so muss man annehmen, dass in der Zambonischen, weil sie trocken aufgeschichtet ist, blos eine *electrische Spannung* herrscht, welche wohl im Stande ist an einem Goldblatt-Electrometer eine Divergenz zu bewirken, weil ihr aber der electrische Strom, wegen des feuchten Leiters, mangelt, die Magnetnadel nicht zur Abweichung zu bringen vermag. In der Voltaischen Säule wird dagegen die Wirkung auf die Magnetnadel wegen des vorhandenen electrischen Stroms sichtbar, wogegen aber keine Divergenz an einem Goldblatt-Electrometer erfolgt. So hätten wir nun in der Magnetnadel ein neues Electrometer oder Galvanometer erhalten.

III.

Vorläufige Nachricht von electrisch-magnetischen Versuchen Sir Humphry Davy's, Präs. d. L. Soc.

Die Londner Societät der Wissenschaften hat die Entdeckung des Hrn Oersted mit der Copley'schen goldnen Preismedaille im vorigen Jahre belohnt. — Einige neue Thatsachen, welche ihr jetziger Präsident beim Wiederholen derselben bemerkt hat, sind von ihm nur so kurz und ungenügend angedeutet worden, dass ich die Notiz blos aus dem Grunde nicht übergehe, weil sie die erste aus England ist, die ich finde, und weil sie Stoff zu interessanten Versuchen darbietet.

Als der Südpol einer Magnetnadel *unter* den schliessenden Platindraht eines Trogapparats von 100 4-zölligen Plattenpaaren, gebracht war, deren + E Ende *rechts* stand, wurde die Nadel von dem Drahte stark angezogen (?), und der Draht fand sich so stark magnetisirt, dass er Eisenfeile anzog, und Eisenstäben die magnetische Kraft mittheilte; und zwar, je nachdem man sie an demselben der *Quere* oder der *Länge nach* anbrachte, dauernd, oder nur für die Zeit der Berührung. Es ist dazu nicht einmal unmittelbare Berührung mit dem Schliessungs-Drahte nöthig; denn es hatte eine Stahlnadel, die in einiger Entfernung von demselben erhalten wurde, magnetische Kraft erlangt. — Des Schliessungs-Drahtes magnetische Kraft ist der Menge von Electricität, die einen gegebenen Raum durchströmt, proportional, und unabhängig von der Natur des Metalls; wenn man goldne oder silberne Leiter nimmt, ist sie grösser [wegen des bessern Leitungs-Vermögens?]

Die Entladung einer Leidner Flasche durch einen *Silberdraht*, machte diesen Draht magnetisch (?). Es wurde nun ein 2 Zoll langes Stahlstäbchen transversal an denselben Draht angebracht, und eine Batterie von 17 Quadratfuss Belegung durch den Draht entladen: es fand sich darauf das Stahlstäbchen stark und bleibend magnetisch. — Dieselbe Wirkung entstand in 5 Zoll Abstand, durch Luft, durch Wasser, und selbst durch mehrere dicke Glasplatten hindurch.

Mehrere einander parallele Drähte, welche Theile desselben Schliessungs-Leiters ausmachten, wurden auf ähnliche Weise, als wären sie ein einziger Draht, magnetisch; ihre einander gegenüber stehenden Enden (?) waren entgegengesetzte Pole und zogen einander an. — Zwei Trogapparate wurden einander parallel gestellt, so dass der + Pol des einen dem — Pol des andern gegenüber war, und sie wurden durch zwei Drähte geschlossen; diese Schliessungs-Drähte stiessen sich einander ab, da ihre Enden ähnliche (?) magnetische Zustände annahmen.

IV.

Des Professors ERMAN in Berlin *Untersuchungen über den Magnetismus des geschlossenen Voltaischen Kreises,* frei und prüfend dargestellt, von GILBERT.

„... Die rasche Entfaltung des Galvanismus unmittelbar nach Darstellung der [Voltaischen] Säule [im J. 1804], verdanken wir der lebendigen und unverzögerten Mittheilung des theilweise Aufgefundenen *): möge es so auch in dieser Angelegenheit seyn, und mögen die Physiker, wie damals, die an dieser Untersuchung Theilnehmenden auch jetzt in den Stand setzen, jede Ausbeute möglichst bald kritisch abzuwägen und eifrig zu überbieten. ... Dieses als Pflicht anerkennend, bestimmte ich schon vor mehreren Wochen einen Aufsatz für die Annalen [meine Annalen der Physik], nahm [hielt] ihn jedoch zurück, um einige Erläuterungen einzuschalten; und dadurch wuchs er zu einer zu grossen Ausführlichkeit für diese Bestimmung an...“ So beginnt im Wesentlichen die Vorrede des kleinen Werkes, welches im Monat Februar in das Publikum unter dem Titel getreten ist: *Umrisse*

*) Vorzüglich mit in diesen meinen Annalen der Physik, zu deren ausgezeichnetsten Mitarbeitern in dieser Materie Hr. Prof. Erman gehörte. *Gilb.*

zu den physischen Verhältnissen des von Hrn Prof. Oersted entdeckten electro-chemischen Magnetismus, skizzirt von P. Erman. m. 1 Kpft. *Berlin* 1821. 112 S. 8.

Ist es gleich sehr wahrscheinlich, dass diese Abhandlung sich schon in den Händen der mehrsten Physiker befinde, so komme ich doch der Aufforderung Hrn Erman's (in seinem im Februarstück S. 220 abgedruckten Briefe) nach, und gebe hier meinen Lesern eine kurze Darstellung des Wesentlichen. Theils bin ich dieses einem meiner treuesten und hochgeschätztesten Mitarbeiter bei einer so bedeutenden, an neuen Versuchen und fast noch mehr an neuen Ideen reichen Arbeit einigermaſsen schuldig, theils darf ich glauben, dass bei der Kürze und Klarheit, womit ich das zu thun hoffe, es meinen Lesern ein Vergnügen seyn werde zu sehen, wie Hr. Prof. Erman durch seine Forschungen, (während derer er die Ueberwindung gehabt hat, das Sprechen und Lesen über diesen Gegenstand sorgfältig zu vermeiden, um alles blos aus sich heraus zu geben; eine gefährliche, nicht zur allgemeinen Nachahmung zu empfehlende Enthaltsamkeit), — schon ganz dem Wege ist zugeführt worden, auf welchem Hr. Reg. Rath Prechtl in Wien zu einer einfachen Auflösung der dem Anscheine nach höchst verwickelten magnetischen Erscheinungen des galvanisch-electrischen Schliessnngs-Drahtes zu gelangen das Glück und den Scharfsinn gehabt hat *), wie aber durch abweichende Ideen über die Wirksamkeit der Electricität in dem galvanisch-electrischen Kreise, bei-

*) Siehe diese Annal. Febrst. S. 221 u. Märzst. S. 259. *Gilb.*

de im Verfolge auf ganz verſchiedene Pfade gerathen ſind. In dem freimüthigen Ton meiner hier und da eingeſtreuten Bemerkung, wird Hr. Erman den Beweis meiner Achtung nicht verkennen: nur eine im Ganzen ſo ausgezeichnete Arbeit als die Seinige, konnte mich zu einer Darſtellung derſelben, wie der Leſer ſie hier erhält, beſtimmen.

„Die folgenden Beiträge zur Kenntniſs des electriſch-chemiſchen Magnetismus ſind ſehr anſpruchlos (heiſst es in der Vorrede weiter). Die Thatſachen glaube ich verbürgen zu können. Was die Theorie betrifft, ſo ſtrebte ich zu finden *wo man ſuchen müſſe*, . . . welches bei einem durchaus neuen Gegenſtande gerade die gröſste Schwierigkeit darbietet. . . . Ein Verſuch, ſelbſt das paradoxeſte Neue zuvörderſt an früher beſtehende Analogien zu halten, iſt immer zu billigen. . . . Daſs der von Oerſted entdeckte chemiſche (?) Magnetismus mit in das Feld der magnetiſchen Einwirkungen auf die *Leiter* des Magnetismus einſpiele, iſt nicht unwahrſcheinlich: alle unſere Lehren bezogen ſich aber bisher blos auf die Erſcheinungen bei den Iſolatoren, wie Eiſen, Nickel und Kobalt. . . . Es iſt wohl kein beſſerer Weg um zu finden, *in wie fern* und *wo* wir es hier mit wirklich ſpecifiſch verſchiedenen Geſetzen zu thun haben, und um in das Eigenthümliche derſelben einzudringen, als Anknüpfung an die bekannten Geſetze, um aus den Analogien des Magnetismus und des Galvanismus, wie wir ſie bis jetzt erkannt hatten, phyſiſch begründete Konſtructionen zu verſuchen, die den neueſten Erſcheinungen möglichſt entſprechen. . . . Die Beharrlich-

keit, mit der Volta, obgleich er anfangs allen Anschein gegen sich hatte, sich gegen den Strom der Neuheit setzte und im Galvanismus den electrischen Charakter nachwies, ist geeignet die Physiker zu ermuthigen, hier dieselbe Methode anzuwenden." Hr. Erman hat daher „den Hauptzügen des electrisch-chemischen Magnetismus," wie er sie aus seinen Versuchen kennen lernte, „vieles zur Parallelisirung des Neu-entdeckten mit dem bereits Bekannten" beigefügt.

1. Versuche mit Rotations-Apparaten, und electrisch-magnetische Figuren.

Die Darstellung seiner Untersuchungen beginnt Herr Erman mit den, zu der Zeit als er sie anstellte neuen und ihm eigenthümlichen Versuchen, welche nachweisen, daſs nicht blos die Magnetnadel von dem Schliessungs-Leiter des einfachen galvanisch-electrischen Kreises, sondern umgekehrt auch dieser Schliessungs-Leiter sammt dem ganzen geschlossenen Kreise, wenn er um seinen Schwerpunkt sehr leicht drehbar ist, von einem Magnetstabe in drehende Bewegung gesetzt wird.

Um den Apparat möglichst leicht drehbar in horizontaler Ebene zu machen, befestigt ihn Hr. Erman in einem Pappstreifen, der mittelst 4 Fäden oder eines Drahtbiegels an einem langen Drahte horizontal-schwebend hängt, und dadurch zu einer Art von Coulomb'scher Windungs-Wage wird. Hr. Erman nennt ihn einen *Rotations-Apparat* oder eine *Rotations-Kette*, und *einarmig* oder *zweiarmig*, je nachdem die den Becher aufnehmende Rundung sich am Ende oder in der Mitte des Pappstreifens befindet. Fig. 5

Taf. VIII stellt den einarmigen vor. Damit die Windungs-Kraft des Drahtes nicht störend einwirke, nimmt Hr. Erman ihn möglichst dünn. Den Apparat selbst machen aus: Ein leichter Becher von *Silber* oder *Kupfer*, der etwa 3 Unzen Wasser fasst, und in einem runden, in der Rundung des Pappstreifens ausgestemmten Loche, lothrecht stehend befestigt ist; ein in diesem Becher auf einem Uhrglase ruhender, ihn nirgends berührender Cylinder oder dickes Plättchen von Zink; und ein beide vereinigender, außerhalb des Bechers befindlicher *Leiter*, wozu ein Streifen von Zinkblech oder Stanniol, oder ein Messingdraht dient, welcher über und unter dem Pappstreifen fortgehend mit dem Zinke im Becher an dem einen, und mit der äussern Fläche des Bechers an dem andern Ende, durch Stanniol oder noch besser durch ächtes Goldblatt in genaue metallische Berührung versetzt ist; denn diese Metalle werden bei dem Aufbrausen der Säuren im Becher nicht oxydirt, und schmiegen sich am innigsten an. Soll der Apparat in Wirksamkeit treten, so wird mit Säuren versetztes Wasser in den Becher gegossen.

Ein solcher Apparat ist zu schwer, und der ihn tragende Draht zu steif, als dass er durch den *Erd-Magnetismus* in Bewegung könnte gesetzt werden. Wenn indess Hr. Erman sich für geneigt erklärt, „aus einigen später zu erwähnenden Bedingungen dieser Bewegungen zu schliessen, dass keine dirigirende Kraft für die electrisch-chemischen Magnete möglich sey," so werden Hrn Ampère's Apparate, die den Schliessungs-Draht Voltaischer Säulen und Trogapparate dem Erd-Magnetismus gehorsam zeigen, und an de-

nen Hr. Ampère die Erscheinungen der magnetischen Abweichung und Neigung dargestellt hat (vorig. Stück S. 249), ihn nicht wenig interessirt haben.

Dagegen kömmt jener Apparat in drehende Bewegung, wenn man den Pol eines Magnets dem Schliessungs-Drahte da, wo er sich in der gröfsten Entfernung von dem Becher zu diesem zurück biegt, in paralleler Lage des Magnetstabes mit dem Drahte nähert, und es gelang auf diese Art dem Verf., mit einem Magnete, dessen einzelne Pole 4 bis 5 Pfund trugen, einen einfachen Rotations-Apparat von 7 bis 8 Zoll langen Pappstreifen, bei mäfsiger Stärke der sauren Flüssigkeit in dem Silberbecher, in 10 bis 12 Secunden ganz in die Runde herum zu treiben.

Bevor wir jedoch diese interessanten Versuche mit dem Rotations-Apparate genauer betrachten, muss ich eine Bemerkung voran schicken.

Hr. Erman scheint es als ausgemacht anzusehen, dass die *chemische* Einwirkung der Metalle und Säuren auf einander die Electricität, welche sich in dem geschlossenen galvanisch-electrischen Kreise äussert, erzeuge; Volta, Biot, Davy, glaubten diese Meinung widerlegt zu haben. Da indess gerade dieses ein Feld von Forschungen ist, mit denen sich Hr. Erman seit Beginn derselben fleifsig beschäftigt hat, so wäre es zu wünschen gewesen, wir hätten von ihm eine Rechtfertigung seiner Ideen von *chemischer Electricität*, als dem Agens im Galvanismus, auf seine gewohnte gründliche Weise erhalten. Es wird nach ihm der Zink seines Apparates *dadurch* positiv electrisch, dass die in den silbernen Becher hineingegossenen, stark verdünnten Säuren *chemisch* auf den Zink einwirken, ihn *auflösen.* Volta

lehrte dagegen, und bewies durch gute, von Hrn Erman selbst früherhin bestätigte Versuche, dass der positiv-electrische Zustand des Zinks unabhängig von den Säuren, blos durch (unmittelbare oder mittelbare metallische) Berührung mit dem Silber entstehe, und die Flüssigkeit hierbei im Allgemeinen und Wesentlichen nur die Rolle eines *Leiters*, nicht eines Erregers spiele, und stärker oder schwächer nur nach Verhältniss ihrer Leitungs-Fähigkeit wirke. Die electromotorische Thätigkeit zwischen der Flüssigkeit und den Metallen ist in der Regel weit schwächer als die zwischen den Metallen selbst, und wirkt blos schwächend oder verstärkend und abändernd mit, aber nicht als Hauptsache. Und in so weit haben wir es nach Volta nicht mit einer *chemischen* Electricität in diesen Versuchen zu thun. Herr Erman nennt den Schliessungs-Draht häufig einen *chemischen Leiter*, auch wohl einen *chemischen Magnet*, und den Magnetismus desselben *chemischen* oder *chemisch-electrischen Magnetismus*, und überall nimmt er die Zuleitung in seinem Apparate, welche von dem Zinke herkömmt, für die *positive* und schreibt die Wirkungen, welche sie in seinem Apparate äussert, der + E zu. Die ersten Ausdrücke können wenigstens, nach diesem Vorworte, keine Undeutlichkeit weiter in dem Vortrag hervorbringen, ungeachtet ich sie nicht für passend halte und es bedaure, dass ein so emsig und redlich forschender Physiker die allgemein angenommene Ansicht, für die so viel gethan ist, wegwirft, ohne zuvor den Beweis geführt zu haben, dass dieses nothwendig sey, und er uns eine zuverlässigere, durchaus genügende zu geben vermöge. Die letzte Aussage aber

macht es nöthig, daſs ich mich bei ihr noch etwas verweile.

Hrn Erman's Apparat iſt ein durch eine verdünnte Säure geſchloſſener *einfacher* galvaniſch - electriſcher Kreis, ſtimmt alſo in ſo fern mit meinem Apparate (Stück 12, 1820) überein, von welchem der Verf. des vorhergehenden Auſſatzes den Leſer aufs Neue unterhalten hat. Zwar beſteht der electromotoriſche Theil deſſelben aus drei Metallen (Zink, Stanniol, Silber), nicht wie in dem meinigen aus zweien (Zink, Kupfer); dieſes macht aber nach Volta's Anſicht im Weſentlichen keinen Unterſchied, indem das Zinn auf Koſten des Silbers, das Zink auf Koſten des Zinns poſitiv electriſch werden, und alſo, wenn man ſich ein Strömen poſitiver Electricität denken will, dieſes *vom* Silber durch das Zinn *zum* Zinke geht, indeſs der negativ - electriſche Strom *vom* Zinke zum Zinn *nach* dem Silber und in den flüſſigen Leiter gehen würde. Hr. Erman geht nun zwar von der Vorſtellung electriſcher Ströme, die durch den geſchloſſenen Kreis fließen, ab, ſcheint aber dadurch doch nicht berechtigt zu ſeyn, den Fundamental - Satz der Voltaiſchen Theorie aufzugeben, daſs die beiden electriſchen Thätigkeiten von der Stelle abwärts, wo die beiden Metalle ſich berühren, durch den geſchloſſenen Kreis nach entgegengeſetzten Richtungen frei wirken, und ſich in dem flüſſigen Leiter einander bindend vereinigen, bevor er nicht durch zuverläſſige und genügende Verſuche, die ſich den Voltaiſchen Fundamental - Verſuchen gegenüber ſtellen laſſen, wird dargethan haben, daſs nicht der Contact der beiden Metalle, ſondern die chemiſche Einwirkung des flüſſigen Leiters auf den

Zink und das Silber, die Quelle der beiden electrisch-magnetischen Thätigkeiten sey, welche sich in seinen und in meinen electromotorischen Apparaten äufsern. Indem Hr. Erman den *vom Zinke* kommenden Arm seines um den Pappstreifen geführten, den Zink und das Silber verbindenden Metallstreifen oder Draht, für den nimmt, der die + E zuführt, ist er im Widerspruch mit Hrn Ampère, mit mir, und mit allen, die die Theorie Volta's anerkennen, und denen zu Folge die positive Thätigkeit von dem Silber- oder Kupfer-Gefäfse *ab* durch den leitenden Metallstreifen nach der Flüssigkeit im Becher *zuwärts* wirkt oder eintritt. Der an sich schon schwierige Vortrag wird dadurch noch schwieriger, besonders da der Verfasser auf diesen Widerspruch mit der allgemeinen Ansicht nirgends aufmerksam macht, und der Leser, der ihn nicht ahnet, ihn daher leicht übersieht *). Ich suche hierin die Hauptquelle der Schwierigkeit bei dem Studium dieses an sich so wichtigen Werkes; eine zweite scheint mir die hier und da vielleicht zu sehr erweiterte Freiheit im Ausdrucke zu seyn, wodurch der behagliche Zustand, in den den Leser das scharf und correct Ausge-

*) Wäre die einfache Kette : *S* (— E), *f* . *L* ., *Z* (+ E) wofür der Verf. sie nimmt, so müfste eine aus vielen solchen Ketten zusammengesetzte galvanisch - electrische Säule

(*a*) *S*, *f* . *L* ., *Z*; . . . . ; *S*, *f* . *L* ., *Z* (*b*)

an dem Ende, wo sie sich mit einer *einzigen* Zinkplatte endigte, (*b*) die verstärkte + E äufsern; aber gerade da ist ihr — Pol: und müfste beim Schliefsen einer solchen Säule die + E in dem Schliefsungs-Drahte von diesem Ende (*b*) herkommend, dem entgegengesetzten mit einer einzelnen Kupferplatte sich endigenden (*a*) zustreben, also in demselben Sinne,

drückte versetzt, verloren geht. Die ausnehmend reichhaltigen Untersuchungen hätten wohl verdient, nachdem sie im Laufe der Forschung aufgeschrieben waren, noch einmal überarbeitet zu werden; sie würden dadurch an Klarheit und der Vortrag an Präcision gewonnen haben: denn an sich fehlt es an jener nicht, nur wird sie durch vieles Fremdartiges, zum Theil nicht recht ordentlich, unbestimmt und dunkel Ausgedrücktes oder Angedeutetes verdunkelt, so daſs das Lesen schwierig, für einen Ausländer vielleicht zu schwierig ist. — Doch ich komme nun zu Hrn Erman's interessanten Versuchen mit seinem Rotations-Apparate und zu den Folgerungen, welche er aus ihnen mit Scharfsinn zieht. Nur gegen einen Reichen, der uns in seiner Spende zu viel gegeben zu haben scheint, erlaubte ich mir übrigens Bemerkungen der Art; bei einem Geistesarmen würden sie zu nichts frommen.

Die Erscheinungen, welche sich zeigen, wenn man einen Pol eines Magnets auf den Schlieſsungs-Draht des Rotations-Apparates einwirken läſst, sind von denen, welche derselbe Magnetpol in einer gewöhnlichen Magnetnadel hervorbringen würde, wesentlich ver-

wie, des Verf. Vorstellung vom Chemismus zu Folge, in dem electromotorischen Theile des geschlossenen Kreises wirken; welches aber wieder gegen die Erfahrung ist, da in dem Schlieſsungs-Leiter und in dem electromotorischen Theile der geschlossenen Säule, die + E in entgegengesetztem Sinne wirkt; (in jenem vom Zink zum Silber, in diesem vom Silber zum Zink, wohl verstanden bei dem von Volta zur Regel gemachten Bau, anfangend und endigend mit einem Platten-*Paare* Zink und Silber), ein Umstand, der schon mehrere Physiker, von denen er übersehen wurde, in Verlegenheit gesetzt hat, und dessen der Verf. in seinem Werke nirgends gedenkt. *Gilb.*

schieden. Sie stimmen dagegen ganz mit dem überein, was mit einer Magnetnadel vorgehen würde, die aus zwei dünnen gleichen Magnetstäben zusammengesetzt wäre, welche mit ihren entgegengesetzten Polen wie in Fig. 6 an einander lägen. Der Nodpol des Magnetstabs zieht nämlich die eine Seite des Schliessungs-Drahtes an, stöfst die andere ab; sein Südpol zieht umgekehrt die letztere an und stöfst die erstere ab. Zwischen den beiden Polen eines Hufeisen-Magnets schwingt, in *Einer* Lage desselben, der Schliessungs-Draht zwischen beiden Polen hin und her, ohne je einen derselben zu berühren, als läge jedem seiner Pole ein gleichnamiger im Schliessungs-Drahte zugewendet; in der entgegengesetzten Lage beider Pole des Hufeisen-Magnets, flieht dagegen der Schliessungs-Draht nach einer Seite zu unaufhaltsam, wie durch Anziehung und gleich darauf erfolgende Abstoſsung getrieben. Alles das müſste eben so die aus zwei entgegengesetzt liegenden Magnetstäben bestehende Magnetnadel zeigen, wenn man ihr einen Magnetstab oder einen Hufeisen-Magnet, wie in Fig. 6, näherte.

„Es mag daher dienlich seyn gleich am Eingange dieser Verhandlungen, sagt Hr. Erman, eine Analogie mit den bekannten Erscheinungen des Magnetismus einzuführen, die der Einbildung und dem Gedächtnisse willkommen seyn muſs, und der ich geneigt bin noch einen höheren Werth beizulegen, indem ich von ihr sehr reelle Aufschlüsse über diese Klasse von Erscheinungen erwarte. Die natürlichen, und fast alle künstliche Magnete, haben *Longitudinal-Polarisation*. . . . Es giebt aber eine Künstelei beim Streichen, durch welche man *transversale Polarisation*

bewirken kann. Die ganze Eine Fläche hat dann die nördliche, und die ganze andere nach entgegengesetztem Sinne der Breite die südliche, jeder Endpunkt in der Richtung der Länge, beide Thätigkeiten in gleichem Grade. Ein solcher Stab frei aufgehängt richtet eine seiner breiten Flächen nach Norden, die Andere nach Süden; die beiden Endpunkte zeigen nach Ost und West. . . ." Von dem wenigen blos Historischen bei Brugmans abgesehen, hat noch kein Physiker sich mit dem Transversal-Magnet beschäftigt; man hielt den Gegenstand für unfruchtbar und ohne Anwendung."

Der Zustand des Magnetismus in einem solchen Transversal-Magnet entspricht noch genauer dem Schliessungs-Drahte der Rotations-Kette, als die magnetische Beschaffenheit einer aus zwei entgegengesetzt liegenden Longitudinal-Magneten zusammengesetzten Magnetnadel es thun kann, da die Wirksamkeit der letztern hauptsächlich nur auf ihre Enden beschränkt, und nicht wie bei jenem gleichmäfsig über ihre ganze Länge verbreitet ist. In der That findet sich auch in dem Verhalten, in den zuvor angegebenen Fällen, „völlige Identität zwischen einem electro-chemischen und diesem künstlichen, mit transversaler Polarisation begabten Magnete." — Bei dem folgenden Verhalten tritt dagegen, nach Hrn Erman, zwischen beiden durchaus eine so wesentliche Verschiedenheit ein, als hätten sie nichts Gemeinschaftliches." Wenn man nämlich den Magnetstab statt ihn über, oder unter dem im Bogen geführten Schliessungs-Drahte, da wo er sich zurückbiegt, (über *ab*, oder unter *dc* Fig. 5) zu halten, *zwischen* die beiden über einander hinlaufenden Schenkel (*ab*, *cd*) des Schliessungs-Drahtes bei un-

veränderter Richtung bringt, so sind sogleich die Erscheinungen umgekehrt. „Wo der *ausserhalb* des Schliessungs-Bogens angebrachte Nordpol eine östliche Abweichung gab, bewirkt der *innerhalb* des Schliessungs-Bogens angebrachte eine westliche Abweichung; die in jenem Fall von einem Magnetpol angezogene Seite des Schliessungs-Drahtes, wird in diesem Fall von demselben Pole bei derselben Richtung abgestoſsen, kurz alles ist umgekehrt, und zwar ebenfalls ganz constant. Merkwürdig ist, daſs alle Einwirkungen von innerhalb viel kräftiger und fast doppelt so stark als die von ausserhalb sind," [weil dann der Magnet-Pol auf 2 mit einander vereinigte Transversal-Magnete übereinstimmend wirkt. *G.*] „daher bei geringen Intensitäten diese Application zu empfehlen ist. . . ."

Nach Hrn Erman verläſst uns hierbei „die Analogie mit einem transversalen magnetisirten Stabe gänzlich, indem man mit einem auf die *gewöhnliche* Weise transversal magnetisirter Stab diesen Gegensatz von *ausserhalb* und *innerhalb* [des Schliessungs-Bogens] durchaus nicht nachzuahmen vermöge. „In der That, fügt er hinzu, man nehme eine transversal gestrichene Uhrfeder, stelle eine Boussolen-Nadel darauf, und merke sich die Abweichung der Nadel, die daraus entsteht; dies sey das Aequivalent des Falles *ausserhalb* des Bogens. Nun krümme man die Feder [bei unveränderter Lage der auf ihr stehenden Boussole] und führe sie im Bogen über sich selbst zurück, die Boussole umfassend, (dies ist der Fall *innerhalb* des Bogens); man wird keinen Unterschied in der Abweichung finden." „Also scheint, fügt Hr. Erman hinzu, der bei der chemischen Kette so wichtige Gegensatz von *inner-*

halb und *ausserhalb* des Bogens kein Analoges zu finden bei dem künstlich transversal polarisirten Stabe; und folglich wäre die ganze Parallelisirung beider ein blosses Spiel gewesen, und zwar ein sehr verderbliches, indem es nur auf Abwege führen könnte."

Wie man sieht, ist hier von der Erscheinung am Rotations-Apparate die Rede, welche mit derjenigen bei den gewöhnlichen Oersted'schen Versuchen analog ist, die jedem gleich zuerst aufzufallen pflegt, dass nämlich ein im magnetischen Meridian feststehender Schliessungs-Leiter, die Magnetnadel nach entgegengesetzten Seiten aus dem magnetischen Meridiane ablenkt, je nachdem man sie *über* oder *unter* ihn stellt. Bei übereinstimmender Lage (z. B. in beiden Fällen des Magnets über dem Schliessungs-Leiter, das Nordende desselben nach Norden gekehrt) wird zwar der Rotations-Apparat von dem Magnet-Pole nach entgegengesetzter Seite, als der Magnetnadel gleicher Pol von dem Leiter, abgelenkt; für sich aber weicht der Leiter des Rotations-Apparats nach entgegengesetzten Richtungen aus dem magnetischen Meridiane, wenn der Magnet über ihn und dann unter ihn in gleicher Richtung gehalten wird, wie das mit der Magnetnadel der Fall ist, die man über und dann unter den festen Schliessungs-Draht bringt. Der Beweis, dass dieser am Rotations-Apparate wahrgenommene Gegensatz sich mit einem Transversal-Magnete nicht nachahmen lasse, hätte wohl nicht mit einer unbeweglichen transversal-magnetisirten Uhrfeder und einer Magnetnadel, sondern mit einer in dem Rotations-Apparate nach Art des Schliessungs-Drahtes angebrachten transversal-

magnetisirten Uhrfeder und einem Magnetstabe sollen geführt werden.

„Ich bin so fest überzeugt, äussert sich Hr. Erman, dass der Gegensatz von *innerhalb* und *ausserhalb* gerade das Wichtigste bei dem Phänomen der chemischen Kette ist, dass ich davon ausgehe, jede physische Theorie, welche für diesen Umstand keine Erklärungs-Momente hat, verdiene keine Widerlegung. Wenn ich also dennoch so grosse Erwartungen von einer Parallelisirung der chemisch-magnetischen Kette mit dem transversal-gestrichenen Magnet hege, dass ich trotz allem Skepticismus mich ermuthigte sie vorzutragen, als eine ernste Widerlegung verdienend; so geschah es, weil ich auf diesem, und zwar nur auf diesem Wege, (und erst nach einer bedeutenden weiterhin aus einander zu setzenden Modification der Construction der transversalen Polarisation), den Gegensatz von innerhalb und ausserhalb begreiflich fand."

Herrn Erman's Rotations-Apparate vermögen bei ihrem grossen Gewicht und der daher nicht zu vermeidenden ansehnlichen Windungskraft der Drähte, an denen sie hängen, nicht einer den andern durch die Anziehung oder Abstossung, welche ihre Schliessungs-Leiter auf einander ausüben, in drehende Bewegung zu versetzen. „Oft hing ich, heisst es S. 29, zwei solche chemisch-magnetische Ketten, die jede einzeln entschieden auf den Magnet reagirte, neben einander, oder hielt eine mit der Hand an die Stelle der andern, wo eben ein schwacher Magnet sie in Bewegung gesetzt hatte, fand aber nie Anziehung oder Abstossung..." Dass diese indess wirklich Statt finden,

hat Herr Ampère mittelst der sehr viel leichteren und beweglicheren, auf Spitzen ruhenden Schliessungs-Drähte seiner Apparate ausser allem Zweifel gesetzt; und zwar erfolgen sie gerade so, wie transversal-polarisirte Schliessungs-Drähte sie zeigen müssen, indem die Drähte bei übereinstimmender Polarisirung von der Seite her (beim sogenannten Strömen der Electricität nach einerlei Richtung) sich anziehen, bei entgegengesetzter sich abstossen, da in jenem Fall ungleichnamige, in diesem gleichnamige Pole beider einander zugewendet sind. Was also Hr. Erman für den Fall folgert, dass diese Anziehungen und Abstossungen überhaupt nicht Statt finden sollten, „über das chemisch bedingte Agens dieser Versuche, das dann noch nicht Magnetismus selbst, sondern eine Modification der Electricität wäre . . .“ fällt demnach fort; und das um so mehr, da er selbst bemerkt: „dass aber die chemische Kette in der That ein schon fertiger, nicht blos ein virtueller Magnet sey,“ und dass sie von allen äussern Einwirkungen unabhängige magnetische Polarisation besitze, beweise sich *offenbar* durch das ihr zukommende Vermögen, unmagnetisches Eisen anzuziehen, und *magnetische Figuren* zu bilden.“

Um diese Figuren zu erhalten muss der Leiter schmal, die Ladung der electrisch-chemischen Kette möglichst stark, und das Eisen zu einem so feinen Staube zerrieben und lävigirt seyn, dass, wenn man es auf Oehl schwimmend über einen Magnet stellt, die feinsten Dendriten entstehen, ohne dass etwas zu Boden fällt. Man bedeckt den schliessenden Leiter mit einem sehr glatten Papier, übersiebt ihn leicht mit dem feinen Eisenstaube durch zarten Mousselin, und

kömmt dann durch sehr gelinde Erschütterungen der Bildung der Figuren zu Hülfe. Die Figuren haben viel Aehnlichkeit mit den von einem transversal magnetisirten Stabe herrührenden bei Brugmans (Philos. Vers. üb. die magnet. Materie, übers. von Eschenbach, Leipz. 1784. Fig. 11) die hier auf Taf. VIII in Fig. 7 abgebildet sind. „Und da diese Reihen von Eisenstaub aus lauter kleinen aneinander hängenden Magneten bestehen, bemerkt Hr. Erman, die sich bei einiger Masse als solche, wenn man sie aus der Kette hebt, zeigen, so ist kein Zweifel, dass bei kräftigeren Apparaten sich auch grössere Eisenmassen durch den Leiter werden in wirkliche Magnete verwandeln lassen, wenn man sie der transversalen Polarisation entsprechend behandelt. Diese Klasse von Untersuchungen verspricht sehr wichtige Ausbeute." [Vergl. oben S. 381. *G.*]

Ein sehr starker Magnetpol, den man dem gleichnamigen Pole eines viel schwächeren Longitudinal-Magneten nähert, kehrt diesen um und zieht ihn an. In dem Rotations-Apparate fand Hr. Erman hiervon nie eine Spur; ganz unverhältnissmäsig starke Magnete wirkten auf ihn nur schneller und stärker, brachten aber nie da, wo normale Abstossung vor sich gehen sollte, Anziehung hervor. Wie sich in dieser Hinsicht der Transversal-Magnet verhält, hat Hr. Erman, so viel ich sehe, nicht untersucht. Für seinen sogenannten chemisch-electrischen Leiter setzt er aber den Grund dieser Verschiedenheit vom Longitudinal-Magneten, „in der steten Erneuerung derselben Bedingung, während des electrisch-galvanischen Processes, wodurch trotz aller äusseren Störungen in jedem

Augenblick dieselbe Vertheilung der Kräfte wieder eingeführt oder fest gehalten wird."

2. Versuche mit einer Neigungs-Nadel, und Theorie diagonaloïder Polarisation.

Herr Erman beschäftigt sich in dem zweiten Abschnitte seines Werkes mit dem Einflusse des einfachen galvanisch-electrischen Kreises auf die *Neigungs-Nadel*, wobei ihm ein Le Noir'sches Inclinatorium zu Gebot stand. Er stellte damit Versuche in der Ebene des magnetischen Meridians, und in einer auf derselben senkrecht stehenden Vertikalebene an. In jener senkt sich zu Berlin die Nordhälfte der Nadel 69°, in dieser bekanntlich überall 90° unter der Horizontallinie, in jener von der ganzen magnetischen Kraft der Erde, in dieser nur von dem lothrecht wirkenden Theil derselben angetrieben. Die Ergebnisse sind in beiden Fällen der Art nach übereinstimmend, in der Gröfse aber sind die einzelnen Versuche sehr anomal, doch kömmt es auf diese hier nicht an. Nachdem die eine der beiden runden Glasscheiben, zwischen welchen die Neigungs-Nadel schwebt, herausgenommen war, wurde auf der andern ein Metallstreifen so angebracht, dafs er sich der Nadel parallel, oder diese Richtung unter jeden beliebigen Winkel durchkreuzend, stellen liefs. Die hervorspringenden Enden des Streifen wurden durch ähnliche Streifen, der eine mit einem grofsen silbernen Becher, der andere mit der in diesem Becher in stark verdünnter Salzläure befindlichen Zinkplatte verbunden. Um zu jedem Versuche *aufserhalb* des leitenden Bogens, einen *innerhalb* desselben zu haben, wurde dem ersten Metallstreifen paral-

lel ein zweiter an der entgegengesetzten Seite der Nadel, so daſs diese zwischen beiden schwebte, angebracht, und bald an dem *oberen*, bald an dem *unteren* Ende mit dem ersteren verbunden, indeſs das andere Ende der beiden Streifen das eine mit dem Silberbecher, das andere mit der Zinkplatte in leitende Gemeinschaft gesetzt wurden. Daſs Herr Erman die Zuleitung *von dem Zinke her* die *positive* nennt und ihre Wirksamkeit der + E zuschreibt, im Widerspruche mit der Voltaischen Ansicht und der ihr entsprechenden, von Herrn Ampère, von mir, und fast allgemein angenommenen Bezeichnung, habe ich schon oben bemerkt. Um der Verwirrung zu entgehen, in die man sich dadurch fast unvermeidlich verstrickt, übersetze ich das Resultat seiner Versuche in unsere Ansicht und Sprache.

Herr Erman erklärt sich über die von mir hier in Anspruch genommene Bestimmung S. 45 folgendermaſsen: „Zwar können wir zur Zeit noch nicht mittelst der Electrometer nachweisen, daſs in dem Theil des Leiters, der der innern Fläche des Bechers näher liegt, ein Vorwaltendes + E, und am Entgegengesetzten ein Vorwaltendes — E Statt findet; wir finden aber doch, daſs die dem positiven Metall näher liegende Strecke überall ganz andere Erscheinungen giebt, als die dem negativen näher liegende, ... und es ist *mehr wie wahrscheinlich*, daſs diese specifische Eigenschaft beider Theile des Leiters in einem bestimmten ursachlichen Zusammenhang mit dem Umstande ist, nach welchem sie sich ausschlieſslich richtet; und daſs also der Theil der zunächst vom positiven Metall kommt, und

eine gewisse specifische Thätigkeit *nur*, *weil und in so fern er vom positiven Metall mehr als vom negativen herstammt*, äussert, — diese Thätigkeit auch nur aus dem Grunde hat, weil er der positiven electrisch-chemischen Thätigkeit in einem höhern Grade theilhaftig ist, als der vom negativen Metall herstammende Theil des Leiters." Ich gestehe frei, dass mir bei dieser Gedankenfolge noch zu vieles im Dunkeln zu liegen scheint, und dass, bevor nicht Hr. Prof. Erman, (für dessen Scharfsinn, Ausdauer und Gewandtheit im Experimentiren ich nicht leicht eine Aufgabe für zu schwer halte), uns überzeugend wird dargethan haben, dass diese Ansicht wenigstens eben so viel für sich hat als die Voltaische, ich die letztere, auch wenn sie noch mancher Modification bedarf, vorziehe.

Es wird genügen, wenn ich hier blos die Versuche in Taf. 1 anführe, welche angestellt wurden, als die Vertikal-Ebene, in der die Inclinations-Nadel frei schwingt, *senkrecht auf den magnetischen Meridian gestellt* war, die Nadel also lothrecht, mit dem Nordpol zu unterst, stand. Bei den Versuchen mit *einem* Leiter war der Metallstreif ihr parallel, (also ebenfalls lothrecht), und zwar einmal ihr in *Süden*, dann ihr in *Norden*; und die beiden Zuleiter waren einmal so geführt, dass die Nadel sich *aufserhalb*, dann so, dass sie sich *innerhalb* des galvanischen Bogens befand, (indem sie über und unter ihr weggingen). Das mit dem Zink verbundene Ende des Streifens bezeichne ich mit *A*; es trat also an dem andern der electrische Strom ein nach Volta's und meiner Ansicht. Der auf o stehende Nordpol der Inclinations-Nadel soll nach Herrn Erman's Tafel folgende Ablenkungen gezeigt haben:

der Streifen war		+E trat also ein in den Streifen	Ablenkung der Nadel, als sie war außerhalb	innerhalb d. galv. Bog.	
in Süden	A oben;	unten	6½° W	8° W	(a)
	unten;	oben	5 O	8½ O	(b)
in Norden der Nadel	A oben;	unten	6 W	9 W	(c)
	unten;	oben	5½ O	8 O	(d)

Denkt man sich in der Richtung des sogenannten electrischen Stroms, (sey auch ein solcher Strom nur eine Fiction), wie er durch diese Bedingungen bestimmt wird, (in *a* und *c* heraufwärts, in *b* und *c* herabwärts durch den der Nadel parallelen Metallstreifen fließend) das Gesicht nach dem Nordpol der Nadel gewendet, so hat man in den Fällen *a* und *b*, *Norden* vor sich; es weist dann also das *Links*, wohin der Nordpol der Nadel, Hrn Ampère's und meiner Regel zu Folge, jedesmal von dem electrischen Strome abgelenkt wird, in *a* nach *Westen*, in *b* nach *Osten*, und diesem entsprechen die vier obern Versuche der Erman'schen Tafel. In den Fällen *c* und *d* hat man dagegen *Süden* vor sich, weist also das *Links* im Fall *c* nach *Osten*, im Fall *d* nach *Westen*. Hrn Erman's Tafel giebt aber für den ersten Fall *Westliche*, für den zweiten *Oestliche* Ablenkung, die Nadel mochte außerhalb oder innerhalb des galvanischen Bogens seyn. Dieses muss daher auf einem Irrthum beruhen, da die Regel zu gut bewährt ist. Und doch kömmt dasselbe in Tafel II bei den Versuchen mit der im magnetischen Meridian frei schwingenden Inclinations-Nadel gerade wieder vor. Aus dem folgenden, was Hr. Erman S. 43 zur Erläuterung dieser Versuche sagt, muss ich hier *Schreibfeh-*

ler vermuthen *): „Betrachten wir diese Tabelle I, so leuchtet ein, dafs einer ihrer *Gegensätze* kein reeller ist, sondern nur durch einen Mangel der Bezeichnung entsteht, welche eine Identität in der Wirkung durch zwei entgegengesetzte Benennungen ausdrückt. . . . Des in *Süden* stehenden Leiters westlicher Rand entfernt die Nadel nach *Westen*; dieselbe Relation von Abstofsung bleibt in allen Azimuthen, wenn man das ganze unverrückte System der Nadel und Leiter gemeinschaftlich dreht. Ist aber das System um 180° gewendet worden, so heifst der Rand des Leiters, der früher der *westliche* war, nunmehr der *östliche*, und folglich die Richtung der unverändert gebliebenen Elongation der Nadel heifst nun eine *östliche*.“ In der Tafel aber steht hier überall *westliche*.

Zwischen *zwei* lothrechten *Leitern*, die an ihrem einen Ende mit einander, und an ihren andern Enden einer mit dem Zinke, der andre mit dem Silberbecher verbunden wurden, waren die Ablenkungen des Nordpols der Nadel vom 0 Punkte wie folgt:

	als + E eintrat an des Leiters	
	in Norden	in Süden von der Nadel
oberes Ende	11° W (*a*)	10½° O (*c*)
unteres Ende	10½ O (*b*)	10½ W (*d*)

*) Oder sollte vielleicht die Beschaffenheit des Apparats Hrn Erman veranlafst haben, diese Versuche mit *einem* Leiter in *Norden* der Nadel nicht mit dem Silberbecher, sondern mit einer Silberplatte anzustellen, und dabei statt des Strömens im electromotorischen Apparat die entgegengesetzte im Schliefsungs-Draht ins Spiel gekommen seyn, und entgegengesetzte Ablenkungen bewirkt haben?

Meine und Hrn Ampère's Regel giebt, wenn man sich in dem in *a* und *c* herabwärts, in *b* und *d* heraufwärts fliessenden Strom mit dem Gesichte in *a* und *b* nach Süden, in *c* und *d* nach Norden gewendet denkt, das *Links* in *a westlich*, in *b östlich*; in *c östlich*, in *d westlich*, und eben so giebt Hrn Erman's Tafel die Ablenkungen an, die in diesem Fall fast die doppelten der vorigen wegen der Verdoppelung des Leiters sind.

3. Theorie diagonaloïder Polarisirung.

Bringt man in diesen Versuchen mit der Inclinations-Nadel an die Stelle des lothrechten Streifens, der, so lange er sich in dem einfachen geschlossenen, galvanisch-electrischen Kreise befindet, sich als Transversal-Magnet äusert, einen „durch gleichförmiges Streichen parallel mit seinen Seitenflächen transversal magnetisirten Stahlstab," so läfst sich mit diesem, behauptet Hr. Erman, der Gegensatz des + E *oben* und des + E *unten* [wodurch die Transversal-Pole in jenem umgekehrt werden] nicht nachahmen. — [Ob aber nicht bei Umkehren des Transversal-Magnets, so dafs seine Pole in denselben Richtungen bleiben als zuvor, mehr der Fall nachgeahmt wird, dafs man den Metallstreifen blos umkehrte, die + E aber nach wie vor von unten oder von oben her eintreten liefse?] „Dagegen würde sich, heifst es S. 47, die Disjunction zwischen *Oben* und *Unten* vollig darstellen lassen mit einem Stahlstabe, der so gestrichen wäre, dafs er zwar an zwei entgegengesetzten Seitenflächen blos nördliche und blos südliche Polarität, in den Querschnitten aber beide Thätigkeiten in verschiedener Ausbreitung vertheilt enthielte, so dafs die Nullpunkte der transversalen Mo-

mente eine die Axe durchschneidende und gegen die Seitenfläche geneigte Linie (*Diagonaloïde* von Herrn Erman genannt) bildeten, wie *sie* in Fig. 8, wo man sich an *B D* das positive, an *A C* das negative Metall anliegend denken muss. In einem solchen *diagonaloïden Magneten* würde an dem einen Ende (*B D*) die positive, an dem entgegengesetzten (*A C*) die negative Thätigkeit vorwalten, und jede derselben würde in dem Stabe in dem Maasse an Ausbreitung abnehmen, als der Querschnitt weiter von dem Ende, wo das Maximum derselben ist, ab liegt. „Mag es auch schwer seyn einen Stab oder besser eine breite Uhrfeder so mit einem Magnete zu streichen, dass sie eine solche *diagonaloïde Polarisation* wirklich zeige, so ist es doch gewiss nicht unmöglich; und vor der Hand genügt das blosse Bild." Dass, wenn man einen solchen Stab umkehrt *mit Beibehaltung aller vorigen Richtungen*, [aber gerade das ist eine hinzugethane Bedingung, an die der galvanisch-electrische Metallstreif nicht gebunden ist] das nun unten befindliche Ende desselben die Nadel nach entgegengesetzter Richtung als zuvor ablenken muss, fällt in die Augen. „Wir hätten demnach, fügt Hr. Erman hinzu, den Gegensatz von + E *Oben* und + E *Unten* denkbar gemacht, durch die Annahme einer nicht blos transversalen, sondern diagonaloïd-transversalen Polarisation des chemisch-electrischen Leiters."

Es ist nur die Frage: „Durch welche uns bekannte Eigenschaften des electro-chemischen Agens lässt sich die transversale Bipolarität des Leiters in der Kette denkbar machen? und welches sind „*die physischen Ursachen, die den chemisch-galvanischen Leiter mit diagonaloïder Polarisation darstellen?*"

Bei der Beantwortung dieser interessanten Frage geht Hr. Erman von dem electrischen Zustande eines *schlechten*, einen galvanisch-electrischen Kreis schliessenden Leiters aus. Von diesem hatte Hr. Erman in seinem frühern galvanisch-electrischen Versuche (Annal. J. 1802. B. 10) nachgewiesen, dass er „electrisch-longitudinal bipolar ist," das heisst, dass die an dem positiven Metall anliegende Hälfte *positiv*, die an dem negativen anliegende *negativ* electrisch ist, mit abnehmender Stärke nach der Mitte zu, wo sich der Differenz- oder Null-Punkt befindet. Diese Bipolarität ist desto minder deutlich, je mehr die Leitungs-Fähigkeit zunimmt, und bei einem metallenen Leiter konnte Hr. Erman durchaus keine Spur davon mehr entdekken. Da aber gerade dann „der innigste Conflict von positiv und negativ im Chemismus eintritt," und ein guter Leiter die volle Energie der chemischen Wirkungen nur in so fern bedingen kann, „als er die Strömungen oder Spannungen (auf das Bild kömmt es nicht an) *beider* Thätigkeiten mit gleicher Energie neben einander trägt oder beschleunigt;" so muss, schliesst Herr Erman, dieser Leiter oder Vermittler nothwendig, so lange der Conflict dauert, auf irgend eine Weise Theil daran nehmen. Dass man den electrisch-polarischen Gegensatz, wie bisher, ausschliesslich an seinen Längen-Dimensionen suchte, darin lag der Grund, dass man ihn nicht nachweisen konnte, und man behauptete daher er sey o, obschon es unbegreiflich war, dass der Zustand von o E gerade durch den stärksten Gegensatz beider Thätigkeiten bedingt werde. Erst Herrn Oersted's Entdeckung öffnete uns die Augen, und zeigte, dass an jedem Punkte des

schliefsenden Metall-Leiters wirklich der ganze Gegensatz vorhanden ist, mit einer Spannung (?), wie sie bei zwei einander so nahe gerückten und so kräftig sich anziehenden Wesen, die doch immerfort getrennt bleiben müssen, zu erwarten ist. „Dafs Oersted von der Magnetnadel ablas, was uns noch kein Electrometer anzugeben vermochte, und dafs er die Umwandlung der Electricität in ein *x*, oder in den Magnetismus selbst erblickte, ist ein ganz auſserordentliches Glück, wie es in langer Zeit keinem andern zu Theil werden wird."

Nun aber ist es offenbar, dafs, wenn in dem metallnen Schliefsungs-Leiter des galvanisch-electrischen Kreises Bipolarität in bestimmter Beziehung auf das positive und negative Metall (die beiden Pole) entstehen mufs, und doch keine longitudinale Bipolarität statt findet, keine andre als *diagonaloïde Polarisation* in einem solchen Leiter vorhanden seyn kann. „Der überschwänglich gute Leiter überträgt einen geringen und zurückgedrängten Antheil der positiven Thätigkeit bis an das entgegengesetzte Ende und an den Sitz des negativen Effects, und umgekehrt; aber überall ist transversale Polarität, überall mufs *irgend eine* Seitenfläche ganz den positiven, die *entgegengesetzte* ganz den negativen Werth haben."

„Man mufs sich jedoch wohl hüten die Diagonaloïdal-Polarisation so zu verstehen, als beziehe sie sich lediglich auf die Oberfläche des Leiters. Es ist hier die Rede von Kräften, welche von dem Leiter aus anziehend und abstofsend *in die Ferne* wirken, daher Fig. 8 nicht blos die Vertheilung und Richtung dieser Kräfte an der Fläche des Leiters, sondern innerhalb des gan-

zen den Leiter umgebenden Raumes darstellt, so weit die Wirkungen desselben sich erstrecken. Sie ist also für einen Längen-Durchschnitt des Leiters sammt seiner ganzen Wirkungssphäre zu nehmen. Die Querlinien drücken die Richtungen und die verhältnissmässigen Intensitäten beider, von dem Leiter ausgehenden Thätigkeiten aus. Bei grösserer Energie sind die Querlinien verhältnissmässig grösser." Herr Erman empfiehlt „diagonaloïd gefärbte Papierstreifen, um Fälle des electrisch-chemischen Magnetismus zu construiren."

Aber was bestimmt die Vertheilung der Kräfte innerhalb der Wirkungssphäre des metallnen Schliessungs-Leiters des galvanisch-electrischen Kreises *nach der dritten Dimension?* Oder mit andern Worten, was bestimmt die Lage der durch transversale Polarisation positiven oder negativen Seite? ... Hierfür von den bekannten Eigenschaften der electrischen Thätigkeiten Bestimmungen abzuleiten, ist uns nun noch übrig. . . .

„Um den Thatsachen nicht vorzugreifen, haben wir bisher, sagt Hr. Erman, zwei sehr wesentliche Bestimmungs-Elemente ganz aus der Acht gelassen, aus denen vereint sich diese Bestimmung in Hinsicht der dritten Dimension ganz ungezwungen ergiebt. Nämlich, *erstens* den Umstand, dass die galvanische Kette nie anders geschlossen werden kann, als *kreisförmig*, oder vielmehr in sich zurücklaufend; und *zweitens* die *specifisch-verschiedene Expansibilität der beiden electrischen Thätigkeiten*, wie sie sich in den Lichtenbergischen Figuren, in dem Unterschiede des Spitzen-Lichts, in der Verschiedenheit des positi-

ven und des negativen Funkens, in dem neuerlich von mir wahrgenommenen reziproken Gegensatze beider Thätigkeiten an der aphlogistischen Lampe, und in den Tremery'schen Versuchen u. s. f., factisch ergiebt. . . . .“

„ . . . Zwei an Elasticität specifisch verschiedene Thätigkeiten werden sich an einem und demselben *gebogenen* Leiter stets so vertheilen, daſs die spannbarste, die expansiblere, den gröſsten elastischen Widerstand leistende, das ist die *positive*, an die *äuſsere* Krümmungsfläche rückt, die bei gleicher Intensität mit einer geringeren specifischen Spannung begabte, die *negative*, dagegen ihren Sitz an der *innern* Krümmungsfläche habe.“ Hr. Erman sucht dieses an dem Beispiele eines Kanals zu erläutern, in welchen zu gleicher Zeit von der einen Seite her Wasser, von der andern Quecksilber mit gleichem Druck hinein gedrängt werden. Er glaubt, beide würden eine diagonaloïde Gestaltung wie in Fig. 4 annehmen, besonders in den ersten Augenblicken des Impulses; und in einer gekrümmten Röhre, wie Fig. 9, werde bestimmt das Quecksilber an der äuſsern, das Wasser an der innern Krümmung des Bogens gedrängt werden, indem „in diesem Fall durch den *Schwung* die Ebene, in welche die Diagonaloïde als gekrümmte *Fläche* zu liegen kömmt, genau und constant bestimmt werde. . . .“ „Für eine *einzige* in einem gebogenen Leiter vertheilte Thätigkeit ist, Hrn Erman's Behauptung zu Folge, die Bedingung des Gleichgewichts: gröſsere Spannung an der äuſsern als an der innern Krümmungsseite des Leiters; denn der Durchbruch, wenn das Gleichgewicht gehoben wird, geschieht nicht nach den einwärts gehenden Krümmun-

gen und den einspringenden Winkeln. Die Kräfte, die den grössten Widerstand zu leisten fähig sind, gehören also dahin." Aus dieser durch alle Thatsachen bestätigten Analogie folgert Hr. Erman den obigen Satz für die Vertheilung zweier specifisch verschiedenen Thätigkeiten in einem gebogenen Leiter. Er glaubt selbst noch weiter gehen und die Behauptung aufstellen zu dürfen, es müsse in einem gebogenen Metall-Cylinder, der den galvanisch-electrischen Kreis schliesst, da wo es an dem positiven Metall anliegt, „das zurückgedrängte — E eine grössere Wölbung als die des Querschnitts des Drahtes haben, um durch stärkere wechselseitige Repulsion und stärkere Convexität mehr Widerstandskraft gegen + E zu erhalten, und so die ganze Atmosphäre des Leiters gleichsam ein ellipsoïdischer Cylinder seyn, wo der nach innen liegende negative Antheil etwas excentrisch vorspringt, den Mittelpunkt der Thätigkeit aber nicht in der Ebene durch den Schliessungs-Draht (die Herr Erman nicht ganz passend die Krümmungs-Ebene nennt) habe, weil die überall im Innern des Bogens (im gebogenen Schliessungs-Draht nach innen) ausschliesslich waltende negative Thätigkeit, sich selbst durch wechselseitige Repulsion von diesem Inneren etwas nach Aussen seitwärts zurückdränge." Fig. 10 ist ein Querschnitt der Wirkungssphäre des Schliessungs-Drahts und des positiven Endes, wie Hr. Erman sie sich denkt; + E nimmt die Fläche *BAD*, — E die Fläche *BECDB* ein, *BD* ist die Diagonaloïde, *AC* die auf ihr senkrecht stehende grosse Axe des Querschnitts. – Ich fürchte, mathematische Physiker möchten gegen diese Vorstellung sowohl, als gegen die Erläute-

rungen und Beweisführungen manches einzuwenden haben. Hr. Erman hofft zwar, es werde sich die Lage der grossen Axe der elliptischen Querschnitte, der von ihm ellipsoïdisch gedachten Wirkungssphäre des Leiters, (und dadurch also die Lage seiner diagonaloïden Ebene) durch Berechnung aus den Bedingungen des Gleichgewichts für electrische Thätigkeiten an gebogenen Leitern finden lassen; allein in seinem ganzen Raisonnement fehlt Rücksicht auf das, was zur Grundlage aller bisherigen Berechnungen über Vertheilung von Electricität längs Leiter gehört, nämlich auf den die Electricität an der Oberfläche des Leiters bannenden und festhaltenden Widerstand der Luft als Nichtleiter.

„Die Frage nach der dritten Dimension der diagonaloïden Ebene, fügt Herr Erman hinzu, oder nach der wahren Stellung der grossen Axe des ellipsoïdischen Cylinders gegen die Krümmungs-Ebene des Bogens [Ebene durch den gebogenen Schliessungs-Draht], ist die wichtigste von Allen, aber auch die schwierigste; . . . sie wird hauptsächlich bedingt durch die Stellung und Richtung der übrigen Theile des Bogens, und durch die Art, wie man den electrischen Kreis schliesst, . . . welches sehr wandelbare Elemente sind, jedoch nur ein innerhalb gewisser Gränzen fluctuirendes Schwanken bedingen.“ Was Herrn Erman hier noch fehlte, das, glaubt er, haben ihm die Forschungen in dem folgenden Abschnitte gebracht.

4. Versuche mit der Abweichungs-Nadel, und weitere Ausbildung der Theorie diagonaloïder Polarisation.

Hr. Erman schränkt sich in dem *dritten Abschnitte* seiner Abhandlung, die er den Beobachtungen an der

Abweichungs-Nadel bestimmt, mit Recht nur auf wenige fundamentale Versuche und die ihm eigenthümlichen Ansichten ein. „Um die Gesetze aufzusuchen, nach welchen der chemische Magnet die Abweichungs-Nadel afficirt, . . . muss man, erinnert er, grosse Intensität der Wirkungen vermeiden. Coulomb verdankt seine glänzenden Erfolge der Maxime, die electrischen Kräfte in ihren schwächsten Graden zu beobachten, und de Luc, mit dem ich das Glück hatte drei Jahre gemeinschaftlich zu arbeiten, konnte nie Apparate finden, die schwach genug wären.“ Ein silberner Becher, der 1 Pfund Wasser fasst, gefüllt mit 1 Th. Salzsäure auf 6 Theilen Wasser, mit Zink und einem schliessenden Metallstreifen versehen, setzt in 3 bis 4 Fuss Abstand vom Leiter Boussolen-Nadeln, die nicht zu träge sind, in Bewegung. Statt des Silberbechers und des Zinks bediente sich Hr. Erman auch zweier Platten, Kupfer und Zink, zwischen welche er eine stark gefilzte ungeleimte Pappe legte, die durch und durch mit verdünnter Säure genässt war. Hat man sehr grosse Platten, so braucht man sie für gewöhnliche Untersuchungen nur mit einer Auflösung von Kochsalz und Salmiak zu tränken; man hat dann den bedeutenden Vortheil, dass die Wirkung sich viele Tage und Wochen hält, indess die starken Wirkungen, die man mit Säuren hervorbringt, sehr schnell zurückgehen und aufhören.“

„ . . . Ich gestehe, sagt Hr. Erman S. 76, dass auf jeden Fall die Theorie der diagonaloïden Polarisation noch vieler Bearbeitung bedarf, ehe sie hinlangt, das ganze Detail der Erscheinungen in allen Einzelnheiten genau nachzuconstruiren; es fragt sich aber vor

der Hand nur, ob sie von den *wesentlichen* Erscheinungen einen genügenden physischeu Grund darbietet? Die wesentlichste Erscheinung bei dem chemischen Magnetismus, die Wurzel gleichsam aller seiner paradoxen Anomalien, ist der Gegensatz, der schon oben unter der ziemlich mangelhaften Benennung von *innerhalb* und von *ausserhalb des* [Schliessnngs-] *Bogens* eingeführt worden ist, mit der Bemerkung, er beziehe sich auf die Vertheilung der electrisch-magnetischen Thätigkeit längs dem gebogenen Leiter nicht blos nach seiner Breite und Länge, sondern auch *nach* seiner dritten Dimension. . . . ." „Die Benennung ist indess für diesen Gegensatz zu eng. Ein chemischer Leiter zeigt polare Gegensätze an einem und demselben Querschnitt, je nachdem man ihm die prüfende Abweichungs-Nadel von einer Seite oder von der entgegengesetzten darbringt." Dieses ist das Allgemeine.

Um einen *Normal-Versuch* wenigstens für einen Punkt des Schliessungs-Bogens, und nämentlich für den positiven [d. h. den mit dem Zink verbundenen] Schenkel, möglichst frei von ausserwesentlichen Einflüssen zu erhalten, nahm Hr. Erman einen Schliessungs-Draht, den er von dem Zink ab 2 Fuss lothrecht ansteigen, und erst in einer Entfernung von mehreren Fussen von diesem Schenkel nach *Norden* zu, wieder zum silbernen Becher herabsteigen liess. Der aufsteigende Schenkel ging durch den Mittelpunkt einer horizontalen Pappscheibe, auf welcher sich die prüfende Boussole in jedes beliebige Azimuth stellen liess. Fig. 10 stellt die Einwirkung desselben auf die Boussolen-Nadel in den vier magnetischen Kardinal-Punkten, bei genau gleicher Entfernung des

Mittelpunkts derselben von dem Drahte dar, wie Herr Erman sie gefunden hat. Die punktirten Pfeile in *O*, *S*, *W*, *N* zeigen die Lage des magnetischen Meridians, die ausgezogenen den Stand der Boussolen-Nadel in diesen 4 Kardinal-Punkten, wenn der galvanisch-electrische Kreis geschlossen war; der Schliessungs-Bogen ging über *F* fort, und die Kreise stellen den Querschnitt der Wirkungs-Sphäre des Schliessungs-Drahtes an der Stelle vor, wo er auf die Boussolen-Nadel wirkte, Hrn Erman's vorhin erklärten Vorstellung von der diagonaloïden Polarisation desselben gemäfs. „Die etwas seitwärts verdrängte Stellung des nach innen gerichteten excentrischen negativen Segments *ECD*, ist erschlossen aus den relativen Stellungen der Nadel in den 4 Azimuthen, und daraus ist die Neigung der diagonaloïden Ebene *AEC* gegen die Krümmungs-Ebene des Bogens [die Ebene durch den gebogenen Schliessungs-Draht] für diesen gegebenen Punkt des Leiters bestimmt." Es war die Ablenkung des nördlichen Theils der Nadel

in Osten 8° *westlich;*	in Westen 8° *östlich*
in Süden 22° *westlich;*	in Norden 25° *östlich*

Ist nun aber das den Nordpol der Nadel *abstossende* und den Südpol anziehende + E Segment wie *BAD*, und das jenen anziehende, diesen abstossende — E Segment wie *DCB* gestaltet, und so gestellt wie die Figur sie darstellt, so musste *erstens* der Unterschied ihrer Wirkungen auf die Nadeln in O und W bedeutend kleiner seyn, als auf sie in S und N, (auch war in den beiden letzten Lagen einer der Pole dem Wirkungskreis viel näher als in der erstern), und musste *zwei-*

tens in der Westhälfte — E, in der Osthälfte aber + E vorherrschend, und daher der Nordpol als die Nadel in W war, angezogen, als sie in O war, abgestofsen werden, und als sie in S war, westlich, als sie in N war, östlich abgelenkt werden. Das Hervorschwellen des — E Segments, brachte dieses dem Südpol der Nadel, als sie in N stand, näher, als das + E Segment dem Nordpole bei der Lage in S war, daher die gröfsere Ablenkung in N als in S. „Dieser Fundamental-Versuch fällt also nicht ungünstig aus für unsere Ansicht, bemerkt Hr. Erman, und macht es nach Analogie der Lage in S und N, begreiflich, wie die Boussole unter und über dem horizontal geführten Leiter kann entgegen abgelenkt werden, indem sie einmal in den positiven, das andre Mal in den negativen Antheil der Atmosphäre tritt, und diese Antheile durch Beziehungen auf die schiefe Lage der diagonaloïden Ebene entgegengesetzte Abweichungen bedingen müssen.

Nur Mangel an einem Zinkbecher verhinderte Hrn Erman, diesen Fundamental-Versuch an der negativen Seite des Schliefsungs-Drahtes zu wiederholen, um zu sehen, wie dort sich die Sache verhalte. Dafs er aber unter der *positiven* Seite stets das mit dem *Zink*, und unter der *negativen* das mit dem *Silber* verbundene Ende des Schliefsungs-Drahtes versteht, darf man nicht übersehen.

Noch ist ein Umstand übrig, der die Erklärung nicht wenig in das Gedränge bringt. *Ueber* dem *untern* und über dem *obern* wagrechten Arm des Schliefsungs-Drahtes wird die Abweichungs-Nadel, wie bekannt übereinstimmend abgelenkt, und doch befindet sie sich über jenem *innerhalb*, über diesem *aufserhalb*

des Schliefsungs-Bogens, müfste alfo, wie es fcheint, Hrn Erman's Anfichten zu Folge, in beiden Fällen entgegengefetzt abgelenkt werden. Vorzüglich auffallend ftellt fich diefe anfcheinende Parodoxie in den Wirkungen des electrifchen Magnetismus dar, wenn man in meinem Apparate, zwei Nadeln zugleich, eine über dem untern, die andre über dem oberen Arme des Zinkftreifen anbringt, oder drei Nadeln zugleich, wie es Hr. Bechftein in den im vorhergehenden Auffatze unter 2 befchriebenen Verfuche gethan hat. Beide Fälle laffen fich ebenfalls an einer Bouffole darftellen, die über einem Drahte fteht, wenn man mittelft diefes Drahtes den galvanifch-electrifchen Kreis erft über fie weg fchliefst, dann aber den hierbei aufwärts gebogenen Theil des Schliefsungs-Drahtes herabwärts biegt, und den Kreis unter der Bouffole weg fchliefst; da dann die Bouffole, die zuvor innerhalb des Schliefsungs-Bogens war, fich nun aufserhalb deffelben befindet, und doch nach derfelben Seite wie zuvor abgelenkt wird.

„Hier ift, fagt Hr. Erman, dem Anfcheine nach alle Confequenz am Ende. Die Anficht der diagonaloïden Polarifation entdeckt uns jedoch eine fehr wefentliche phyfifche Verfchiedenheit in diefen beiden Fällen; mit der angegebenen entgegengefetzten Art der Schliefsung tritt eine fehr wefentliche Veränderung in der Vertheilung der Thätigkeiten am ganzen Bogen ein." Biegt man nämlich einen diagonaloïd-gefärbten Pappftreifen erft über, dann unter die Nadel weg, fo dafs er fenkrecht auf die Verti-

calebene durch die Nadel steht, so weicht von dieser Ebene in beiden Lagen die Diagonaloïde nach einerlei Seite, z. B. in beiden nach dem magnetischen Ost ab, muss also in beiden die Magnetnadel nach einerlei Seite des magnetischen Meridians zu abgelenkt werden. „Die höchst paradoxe Erscheinung, heisst es S. 89, dass die Ablenkung dieselbe bleibt, man mag *über* oder *unter* dem Leiter schliessen, indess sie zur entgegengesetzten wird, wenn man die Magnetnadel einmal *über*, das andre Mal *unter* den Leiter stellt, ist offenbar das Räthselhafteste in dem ganzen Kreise dieser Erscheinungen, . . . und der Prüfstein und Wendepunkt aller Theorien. Sollte ich einige Vorliebe haben für die Ansicht der diagonaloïden Polarisation, so ist es blos, weil sie ein übersehenes physisches Moment der Verschiedenheit für zwei anscheinend entgegengesetzte und doch dasselbe Resultat gebende Combinationen entdeckte."

Auch wenn man einen Schliessungs-Draht schraubenförmig um eine Glasröhre windet, wird er, nach Hrn Erman, auf die hier angegebene Weise diagonaloïd polarisirt; weil sich dann aber an dem einen Ende + E mehr an einander drängt, bindet es hier die Wirkung des geringern Antheils — E, und es ist an diesem Ende + E (so wie an dem entgegengesetzten — E) vorwaltend und frei. „Man hat dann gleichsam einen Longitudinal-Magnet; . . . dieses System von sonderbaren Eigenschaften hat aber, wie ich glaube, mehr vom Mechanismus der vielfachen Kette (der Voltaischen Säule), als von dem der einfachen Kette." — Ein *Condensator* der electrisch-magnetischen Wirkungen, von welchem Hr. Erman noch in einem Nach-

trage redet, bestätigte ihm diese Ansicht auf eine für ihn eben so überraschende als interessante Weise.

Noch beschäftigt sich Hr. Erman umständlich mit den Erscheinungen, welche an der Abweichungs-Nadel vorkommen, wenn der den einfachen galvanischen Kreis schliessende Leiter *die lothrechte Ebene durch den magnetischen Meridian senkrecht durchschneidend*, über oder unter einem der Pole der Magnetnadel, z. B. unter dem Nordpole weggeht.

„Bei schwacher Intensität und bedeutender Länge des Schliessungs-Leiters" bleibt dann bekanntlich die Nadel unverrückt im magnetischen Meridiane stehen. Wenn man sie aber zum Schwingen bringt, so finden sich ihre gewöhnlichen Schwingungen,

wenn das + E Metall [der Zink] in *Westen* ist, *verlangsamt*,
wenn in *Osten* *beschleunigt*,

findet also offenbar in ersterer Stellung *Abstossung*, in zweiter *Anziehung* nach der Richtung des Erd-Magnetismus Statt. — „Vermehrt man allmälig die Intensität der Wirkung, entweder durch Verstärkung der Säure, oder durch Verkürzung des Schliessungs-Leiters, so nehmen beide Wirkungen immer mehr zu, und es kömmt dann in *ersterer* Stellung (+ E, oder Zink in *West*) die Nadel nicht mehr mit ihrer Nordspitze in Nord der magnetischen Windrose zur Ruhe, sondern, je nachdem man sie östlich oder westlich aus den magnetischen Meridian gedreht hat, bei *nordöstlichen* oder *nordwestlichen* (ist die Intensität noch grösser, bei *südöstlichen* oder *südwestlichen*) Stellen derselben, endlich selbst ganz in *Süd*) und in dieser völligen Umkehrung bleibt sie, bis die Intensität der

Wirkung mit der chemischen Thätigkeit wieder abnimmt, da sie dann eben so allmälig von Süden nach Norden zurückkehrt. Nichts von allem dem geschieht in der *zweiten* Stellung (+ E oder Zink in *Ost*); der Nordpol kömmt dann nur in Norden ohne alle Abweichung zur Ruhe, nur daſs einer leicht beweglichen Nadel eine dreimal kürzere Schwingungszeit ertheilt werden kann.

„Man erhält durch unmittelbare Anschauung die *Kanten* des Schlieſsungs-Bogens, welche den Nordpol der Nadel anziehen, und die, welche ihn abstoſsen, wenn man den Versuch mit einer Zink- und einer Kupfer-Platte, jede 8 bis 12 Zoll ins Gevierte, folgendermaſsen anstellt. Man verbinde sie mit einander durch einen an einer ihrer Seitenkanten befestigten Stanniol- oder Zink-Streifen, der nur gerade so groſs genommen ist, daſs eine leichte Bouſſolen-Nadel sich in dem Schlieſsungs-Bogen frei umdrehen kann, lege die beiden Platten in *Osten*, die *Zink*platte zu *unterst*, und den Streifen genau in die Richtung vom magnetischen Ost nach West, so daſs er die Richtung der Magnetnadel, die über dem untern Arme desselben steht, senkrecht durchkreuze. Die Zinkplatte bedecke man mit einer in verdünnter Säure gehörig genäſsten gleich gestalteten Pappe, und halte die Kupferplatte schräg geneigt darüber. In dem Augenblicke, wo man diese, wie den Deckel eines halb geöffneten Buches auf die feuchte Pappe niederläſst, „und dadurch den Conflict beider Metalle plötzlich einleitet," bekömmt die Nadel einen Impuls, der ihr Nordende plötzlich gegen Süden fliehen und gewöhnlich mehrere Umläufe vollenden macht. Man öffne während dieses Laufs den Kreis

durch Aufheben der Platte, und schlieſse ihn genau in dem Zeitpunkte wieder, *einmal* wenn die Nadel sich dem *südlichen* Rande des Streifens nähert, ein *zweites Mal*, wenn sie dem *nördlichen* Rande des Schlieſsungs-Streifens nahe kömmt. In beiden Fällen ist der Erfolg entgegengesetzt. Der *südliche* Rand schnellt den Nordpol rasch zurück, und wenn dieser sich im Rücklaufen dem Rande an der andern Seite nähert, wird er wieder abgestoſsen, und schwingt so einigemal hin und her, bis er in *Süd* in Ruhe kömmt. Der *nördliche* Rand beschleunigt dagegen die Bewegung der auf ihn zu schwingenden Nadel ausnehmend, so daſs sie unter diesen Rand weg zum südlichen Rande geht, und hier das vorige Spiel treibt, bis sie in Süd im Gleichgewichte zwischen den beiden sie abstoſsenden und rechtwinklig durchschneidenden südlichen Rändern des Streifens stehen bleibt. Wie man sieht, hat diese Bewegung die gröſste Aehnlichkeit mit den Schwingungen der Rotations-Kette zwischen den beiden Polen eines Hufeisen-Magnets (oben S. 393).

Es ist in diesem Fall des diagonaloïd-polarisirten Schlieſsungs-Streifens +E — E (d. h. das an dem Zink anliegende Ende) *BD* nach *Osten*, und die den Nordpol abstoſsende + Seite desselben *AB* nach *Süden*, die ihn anziehende — Seite *CD* aber nach *Norden* gekehrt, woraus sich diese Erscheinungen vollständig erklären.

Bei derselben Lage der Metalle im magnetischen *Westen* des Streifens und der Nadel, ist die den Nordpol abstoſsende + Seite des Streifens nach *Norden*, die ihn anziehende — Seite nach *Süden* gerichtet, wird also der Nordpol der Nadel von dem *nördlichen* Rande nach Norden, der *Südpol* nach Süden zurückgestoſsen, „und



es läſst ſich durchaus keine Ablenkung, wohl aber eine Beſchleunigung der Schwingungen wahrnehmen.

Eine *Zamboniſche* ſogenannte trockne Säule von 12000 Paaren, die ſelbſt ein Strohhalm-Electrometer augenblicklich an die Wände anſchlagen machte, gab auch Herrn Erman keine Spur von magnetiſcher Wirkung. „Aus meiner Anſicht, ſagt er, erklärt ſich dieſes vollkommen. Denn wenn die weſentlichſte Bedingung aller Erfolge in dem Uebergange vom Longitudinal-Bipolaren zu dem Transverſal-Bipolaren liegt, und dieſer Uebergang auch die Bedingung der *chemiſchen* Wirkungen iſt, ſo kann ein Syſtem, das nur electriſch-phyſiſche Erſcheinungen giebt, ohne die chemiſchen (wenigſtens wahrnehmbar) bedingen zu können, keine Spur von Magnetismus zeigen.“ — Eine ſehr magnetiſch-wirkſame Kette verlor dieſe Wirkſamkeit augenblicklich, als ſie ein Element von longitudinaler Unipolarität, z. B. die hydrogeniſirte *Flamme*, in den Kreis aufnahm. „Es fällt dann aber auch aller Chemismus weg, bemerkt Hr. Erman, weil + E nicht mehr zu — E mit der reziprok gleichen Intenſität gelangt, die wir durch die Conſtruction des diagonaloïden Leiters, und wie es ſcheint nur durch dieſe, denkbar finden.“

5. Ein electriſch-magnetiſcher Condenſator.

Der Auffindung eines *Condenſators dieſer Wirkungen*, von welchem Herr Erman in dem Nachtrage zu ſeinem Werke Einiges vorläufig bekannt gemacht hat, iſt ſchon unter 4 (S. 418) gedacht worden. Sie wird hier einem in Berlin ſtudirenden jungen Phyſiker, Hrn Poggendorff, zugeſchrieben *).

*) M. ſ. hierüber meine Anmerkung im Anfange des folg. Aufſ.

Ein kupferner, ungefähr $\frac{1}{10}$ Linie dicker, mit Seide umsponnener Draht wird 40 bis 50 Mal dicht neben und über einander in Kreisen von einer solchen Grösse umher geführt, dass sich die Magnetnadel, für welche er bestimmt ist, in den innern freien Raum dieser Kreise stellen lässt; dann werden diese Drahtgewinde einer fest an den andern geschnürt, so dass sie einen einzigen Ring bilden, und dieser wird durch Zusammendrücken elliptisch gestaltet. Es bleibt auf diese Art für eine Magnetnadel, wenn sie in demselben steht, Raum genug sich frei zu bewegen ohne irgendwo die innern Gewinde zu berühren, ohne sich doch über 2 Linien weit von ihnen zu entfernen. Wenn man die beiden Enden des Drahtes mit Electromotoren verbunden hat, so erhält man eine so ausnehmende Verstärkung der Wirkungen des einfachen galvanisch-electrischen Kreises, dass Hr. Erman sah, wie zwei Platten kaum 4 Linien ins Gevierte, mit verdünnter Säure, auf diese Weise die Magnetnadel um 25 bis 30° ablenkten, und wie Ketten aus Säuren und Basen, nach Davy's Art, eben so Kupfer und Zink mit destillirtem Wasser, (stärker mit Brunnenwasser), ja selbst Humbold's so zarter Hauchversuch, unverkennbare Ablenkungen an der Magnetnadel bewirkten, bei Dimensionen, bei welchen in der einfachen Kette auch unter den günstigsten Umständen an kein Wahrnehmen einer Ablenkung zu denken ist. — So sehr indess auch dieser Condensator die electrisch-magnetische Spannung steigert, so vermochten doch auch vermittelst desselben weder ein kräftiger Turmalin noch eine Zambonische Säule von 12000 Paaren auf die Nadel wahrnehmbar einzuwirken.

Die condensirende Wirkung dieser Vorrichtung beruht auf den wechselseitigen Spannungen, in welche die mehrfach über und neben einander in großer Nähe, aber außer leitender Gemeinschaft, fortgehenden Windungen des diagonaloid-polarisirten Leiters einander versetzen. In je zwei an einander liegenden Windungen der Hälfte des Leiters, in welcher + E vorherrscht, erhält das + E der einen Windung durch das der andern mehr Spannung, und eben so in den an einander liegenden Windungen der andern Hälfte das — E der einen durch das — E der andern. „Der Mechanismus der Condensation, heißt es S. 108, scheint im Allgemeinen auf der transversalen Polarisation zu beruhen, in so fern die eine Hälfte des Leiters den positiven Factor [Electromotor der einfachen Kette] die andre den negativen repräsentirt; und bei Voraussetzung einer diagonaloiden Polarisation muß für das ganze System der totale Effect der einander so nahen Windungen, eine gleiche Summe von freier, durch wechselseitige Repulsion expandirter, positiver und negativer Thätigkeit seyn." Daß die Windungen sich nicht von einander, wie in einem schraubenförmigen Drahte, entfernen, ist höchst wahrscheinlich der Grund, daß in dem Condensator keine Longitudinal-Polarisation, wie in einem solchen Drahte entsteht."

„. . . Stärkere Ladungen schienen mir durch diese Vorrichtung nicht in eben dem Verhältniß wie schwächere vermehrt zu werden, und ein höchst fein gezogener Draht schien zum Condensator fast ganz untauglich zu seyn. In beiden Fällen vermochte wahrscheinlich die den Draht umgebende Seide die durch Spannung erhöhten entgegengesetzten Electricitäten

nicht gehörig zu isoliren, so daſs statt Vertheilung ein partieller Uebergang durch Mittheilung eintrat."

„Für die Electro-Chemie, bemerkt Hr. Erman, kann dieser magnetische Condensator ein wahres Kleinod werden. Alle Schwierigkeiten des electrischen Condensators sind glücklich umgangen, und Hr. Poggendorff hat bereits durch eine einfache Manipulation und mit constanten Resultaten, die *electrische Reihe* für eine groſse Zahl von Körpern durch die Bouſsole revidirt, und sehr auffallende Anomalien gefunden, namentlich für das Leitungs-Vermögen. . . . . Jede Abweichung von der rein symmetrischen Vertheilung der Polarität an einer Bouſsolen-Nadel entdeckt sich, wenn man alle Punkte an ihr succeſsiv an den Condensator einspielen läſst; wo die Nadel auch nur eine Spur von anomaler Polarität hat, erfolgt auch eine anomale Abstoſsung, als Ausnahme der für die gegebene Hälfte der Nadel normalen Anziehung, oder umgekehrt. . . . Auch laſsen sich die wichtigen, am Ende von 4 erzählten Versuche, das Beschleunigen und das Verzögern der Oscillationen, und das Gefangennehmen der Nordspitze der Nadel in Süden, sehr bequem am magnetischen Condensator wiederholen. . . ."

Hr. Poggendorff war im Begriff folgende Vorrichtung auszuführen: Er wollte eine Magnetnadel in lothrechter Lage befestigen am Ende eines leichten, hölzernen, nach Art einer Magnetnadel (mittelst eines Hütchens) auf einer Spitze horizontal schwebenden Arms, und um den Kreis, in welchem sich der nach unten gekehrte Pol derselben bewegen werde, den Schlieſsungs-Draht eines einfachen galvanisch-electrischen Kreises in schraubenförmige Windungen führen. Da nun

beim Schliessen des Kreises der nach unten gekehrte Pol, rings umher nach derselben Richtung, durch Anziehung von dem einen, durch Abstossung von dem andern transversalen Antheile des gewundenen Leiters werde angetrieben werden, so sey, glaubt Hr. Erman, nicht zu zweifeln, dass die Nadel in immerwährender Rotations-Bewegung bleiben werde, so gut als ein Rotations-Apparat; dessen Kreisbahn man zu äusserst mit gleichnamigen Magnetpolen umstellte, die ihn alle nach einerlei Sinn (erst ihn anziehend, dann ihn abstossend) beschleunigen würden, vorausgesetzt, dass er an einem Faden mit unendlich kleiner Windungskraft hinge. — So viel ich indess einsehe, würde das zwar in dem *letzteren* Falle geschehen, nicht aber in dem *ersteren*; denn das die Richtung der electrisch-magnetischen Wirkung des Schliessungs-Leiters (und umgekehrt der Wirkung des Magnets auf diesen Leiter) nachweisende *Links* meiner und Hrn Ampère's Regel, weist in jenem Fall die Tangente des Rotationskreises, in diesem aber lothrechte, senkrecht auf die Tangenten der Kreis-Bahn des unteren Poles stehende Linien, als Richtungen der Bewegung nach, und im ersten Fall findet nach dieser Richtung keine Bewegung Statt.

* *

Hr. Reg. Rath **Prechtl** in Wien hat uns im vorigen Stücke dieser Annalen mit seiner schönen Entdeckung bekannt gemacht, dass ein schmaler cylindrischer Stahlstab so magnetisirt werden kann, dass er nicht blos zwei, sondern *beliebig viele transversale Pole* besitzt, von denen je zwei entgegengesetzte sich an den entgegengesetzten Seitenlinien des Drahts nach seiner ganzen Länge finden, und er hat zugleich nachzuweisen gesucht, dass diesem der Zustand des Schliessungs-Drahtes der galvanisch-electrischen Kreises entspricht. Diese Entdeckung ist von wesentlichem Einfluss auf die Theorie. Lässt sich mit ihr die Hypothese diagonaloider Polarisirung in Einklang bringen, so wird Hrn Erman's Scharfsinn dieses leisten; und macht sie andre Ansichten nothwendig, so dürfen wir von einem der Wahrheit so eifrig nachforschenden Physiker erwarten, dass er uns seine berichtigte Ansicht mittheilen, vielleicht auch Einiges von seinen Ueberzeugungen in Hinsicht des chemischen Ursprungs der galvanischen Electricität, und über Hrn Ampère's Theorie des electrischen Magnetismus hinzufügen werde, welches, wie alles was von Herrn Erman kömmt, immer vorzüglich lehrreich seyn wird.

IV.

Versuche mit dem electrisch-magnetischen Multiplicator,

und über Herrn Prechtl's Entdeckung,

von

Raschig, Gen. Stabs Arzt, u. Prof. d. Phys.

(Aus zwei Schreiben an den Prof. Gilbert.)

Dresden den 3 April 1821.

Sie haben mich durch Ihre Bearbeitung des vortrefflichen Ampère'schen Aufsatzes in dem neuesten Hefte Ihrer Annalen ungemein erbauet, und zugleich auf die Prechtl'sche Entdeckung ausserordentlich neugierig gemacht. . . . Unstreitig ist Ihnen aus Hrn Erman's Schrift Poggendorff's sogenannter *Condensator* oder vielmehr *Multiplicator* bekannt. Ich habe mir einen solchen bereitet, und sah so eben, wie mittelst desselben beim Hineingiessen von etwas verdünnter Salpetersäure in einen silbernen Fingerhut, der noch kein Quentchen Wasser fasst, und worin ein kleines Stückchen Zink an einem Silberdrahte hing, der Nordpol einer $1\frac{1}{2}$ Zoll langen, in dem Multiplicator schwebenden Magnetnadel, durch Drehen dieses, nach jeder beliebigen Weltgegend gerichtet wurde. Dieses Instrument scheint von Wichtigkeit zu werden; es lässt sich für 1 Thaler höchstens darstellen. Die Wirkung desselben erklärt sich aus den Ampère'schen Gesetzen sehr leicht, als Wiederholung des Ein-

flusses des electrischen Stromes eines und desselben Electromotors. Ich hatte gehofft, es würde mittelst desselben der Strom meiner ziemlich kräftigen (gewöhnlichen) Electrisirmaschine auf die Magnetnadel wirken; dieses geschah aber nicht, gelingt mir vielleicht aber noch. . . .

Dresden d. 15 April.

Die Erklärung, welche Herr Reg. Rath Prechtl vor mehreren Jahren in Ihren Annalen von dem Leitungs-Zustande der Voltaischen Säule gegeben hat, und seine Berichtigung der Erman'schen Bipolarität *), welche zu wenig beachtet worden sind, hatten meinen ungetheilten Beifall. Mit seiner neuesten Entdeckung, in dem eben erschienenen Hefte Ihrer Annalen, bin ich aber nicht so einverstanden. Es würde zu weitläufig seyn, wollte ich hier alle meine unmaſsgeblichen Zweifel vorbringen, und begnüge mich mit der Bemerkung, daſs man doch wohl eine Art von *Strömung* in der Säule anzunehmen berechtigt sey, wenn man an das Durchführen von Basen und Säuren im Wasser von einem Pol der Säule zum andern in dem Schlieſsungs-Kreise denkt.

Ist es überhaupt verdienstlich physikalische Kenntnisse zu verbreiten, so ist die Angabe eines Mittels, die neuen, wichtigen, electrisch-magnetischen Versuche fast alle an einem sehr kleinen und wohlfeilen Instrumente

*) Untersuchungen über die Modificationen des electrischen Ladungs-Zustandes, mit Bezug auf die Gründe der von Herrn Prof. Erman entdeckten Verschiedenheit einiger Substanzen in Betreff ihres galvanischen Leitungs-Vermögens (Annal. J. 1810, B. 38 S. 28—104, B. 44 S. 108 u. B. 46 S. 323.) *G.*

darzustellen, nicht ohne allen Werth. Damit sie meine Einrichtung des *Poggendorff'schen Condensators*, oder vielmehr *Multiplicators*, und was ich von demselben aussage, sogleich prüfen mögen, lege ich einen solchen bei *). Er ist nichts anders als ein mehrfach (der übersendete 100 fach) im Kreise herum gewundener, mit Seide übersponnener, dünner versilberter Kupferdraht, dessen Enden mit zwei kleinen Electromotoren verbunden sind, die beim Schliefsen einen einfachen Voltaischen Kreis bilden. Indem jede einzelne Windung des Drahts von der andern durch Seide getrennt, einen besonderen Schliefsungs-Draht bildet, wiederholt sich die schwache Wirkung mit der Anzahl der Windungen, und verdoppelt sich vielfältig; und daraus lassen sich, nach der Ampère'schen Angabe, alle Wirkungen im voraus bestimmen.

*) Dafs dieser verstärkende Apparat Hrn Prof. Schweigger in Halle zu gehören scheint, darf ich hier nicht unerwähnt lassen. In seinem Journ. für Chem. u. Phys. Heft 1, 1821, heifst es, in „Zusätzen zu Oersted's electro-magnet. Versuchen, vorgelesen in der naturf. Ges. zu Halle den 16 Sept. 1820," S. 2: „Daraus, dafs eine Umkehrung der Wirkungen erfolgt, je nachdem der Polardraht unter oder über der Nadel hing, ... läfst sich eine Verdoppelung der Wirkung ableiten, die sich auch in der Erfahrung bewährt. Ich lege zunächst den einfachen Verdoppelungs-Apparat, wo die Boussole sich zwischen zwei umschlungenen Drähten befindet, der Gesellschaft vor. Leicht wird sich eine Vervielfältigung der Wirkungen erhalten lassen, wenn man den Draht nicht blos einmal, sondern mehrmals umschlingt. Jene einfache Umschlingung aber reicht schon hin, um die Versuche Oersted's blos mit kleinen Streifen von Zink und Kupfer, die in Salmiakwasser getaucht werden, wiederholen zu können." — Ferner heifst es in einer Vorle-

1.

Man hänge an einem einfachen Faden Seide eine möglichst stark magnetisirte Nähnadel so auf, dafs sie horizontal und frei schwebe. Dieses geschieht am besten indem man sie durch ein kleines Stückchen Kork oder Holundermark steckt, welches an dem Faden aufgehangen wird. In dem Kork läfst sich die Nadel leicht hin und her schieben, bis sie gehörig im Gleichgewicht ist. Alsdann (oder auch erst nachdem das folgende vorgerichtet ist) befestige man den Conden*sator* an einer oder zwei in einem Brettchen mit Siegellack eingesetzten Glasröhren, und zwar

A) zuerst *vertikal*, das heifst so, dafs *die Fläche*, welche seine Windungen bilden, lothrecht stehe. Durch die obere Seite der Windungen stecke man dann, zwischen diese, vorsichtig, ohne die Drähte von der sie umgebenden Seide zu entblöfsen, in lothrechter La-

sung am 4 Nov. (s. das. S. 12): „Das Princip, dessen ich mich zur Verstärkung der Erscheinungen, gleichsam zur Construction einer electro-magnetischen Batterie, bediente, war die Umschlingung der Drähte um die Boussole, und hier lege ich der Gesellschaft eine Schleife vor aus mehrfach umschlungenen, mit Wachs überzogenen Drähten. . . . Aber ich will noch einen andern Apparat hier beifügen, der gleichsam blos auf einer Erweiterung dieser Schleife beruht, wodurch die Magnetnadel auf jeden beliebigen Winkel zwischen 0° und 180° gestellt werden kann." . . . „Ein Silberdraht, mit Seide übersponnen, werde um eine Glasscheibe [oder nach S. 35 um zwei eingeschnittene kleine Hölzchen] geschlungen, so dafs er unter und über ihr hinlaufe, und eine Boussole zwischen ihr und dem oberhalb des Glases hinlaufenden Drahte Platz finden kann. . . ." *Gilb.*

ge, ein Glasröhrchen, das weit genug ist, um den Faden einfacher Seide, der die magnetische Nähnadel trägt, bequem durch sich hindurch zu lassen, schiebe diesen Faden von unten nach oben hinein, und befestige das obere Ende desselben mit Wachs oben an der Glasröhre. Die Nadel kann nun zwischen den Windungen des Drahts frei schwingen, und es geht stets die eine Hälfte der Windungen über sie, die andere unter ihr hinweg, wodurch die Wirkung des electrischen Stroms in jeder einzelnen Windung des Drahtes verdoppelt wird, indem er über und unter der Nadel in entgegengesetzter Richtung fliesst.

Die beiden Enden des Condensator-Drahts werden nun von Seide entblöfst *), und so, dafs sie sich nicht metallisch berühren können, das eine mit einem kleinen silbernen Fingerhut (der meinige fafst höchstens 25 Tropfen Wasser) in Verbindung gesetzt, das andere um das obere Ende eines langen Stückchens Zinks gewunden, welches klein genug seyn mufs, um in dem Fingerhut bequem Platz zu finden, und dessen unteres Ende man mit etwas Löschpapier umgiebt, bevor man es in den Fingerhut bringt, damit es den Fingerhut inwendig nicht metallisch berühre. Nachdem alles so vorgerichtet worden, braucht man nur in den Fingerhut etwas Wasser mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure zu giefsen, um dem Apparat in Wirksamkeit zu setzen.

I. Es sey der Apparat *zuerst* so eingerichtet, dafs der electrische Strom, wie ihn Ampère sich denkt, vom

*) Man kann, wenn es nöthig ist, sie dadurch beliebig verlängern, dafs man an sie feinen Silberdraht befestiget. *R.*

Fingerhut aus die *obere* Seite der Windungen durchläuft *). Befindet sich dann

a) die Ebene, in der die Windungen des Multiplicators liegen, in dem magnetischen Meridiane **), und *der Strom* geht von *Süd nach Nord* erst *über die Nadel*, dann von Nord nach Süd unter sie fort; so weicht der Nordpol der Nadel nach Hineingiessen des säuerlichen Wassers in den Fingerhut, augenblicklich 90° *links* oder nach *Westen* ab.

b) Ist die Richtung *des Stromes* in dieser Stellung des Multiplicators die umgekehrte, und derselbe *geht* zuerst *über* die Nadel *von Nord nach Süd*, und dann unter dieselbe von Süd nach Nord; so weicht der Nordpol *rechts* oder nach *Osten* ebenfalls 90° ab.

c) Dreht man nun den Apparat so, dass die lothrechte Ebene durch die Windungen den magnetischen Meridian senkrecht durchschneidet, und also *der Strom senkrecht auf den magnetischen Meridian*, und zwar zuerst *oben von West nach Osten* geht; so wird die Nadel in ihrer natürlichen Lage noch mehr *fest* gehalten.

d) Und wird der Apparat umgedreht, so dass *der Strom oben aus Osten nach Westen senkrecht auf den magnetischen Meridian* seine Richtung nimmt; so dreht sich der Nordpol der Nadel sogleich nach *Süden* ***).

*) Also mit dem von den obern Windungen kommenden Drahtende sey der Zink, mit dem von den untern kommenden sey der silberne Fingerhut verbunden; vergl. S. 390. *Gilb.*

**) Diese und die folgenden Stellungen gegen den magnetischen Meridian lassen sich derselben durch Drehung des Brettchens leicht geben, welches den Apparat trägt. *R.*

***) Ganz Herrn Ampère's und meiner Regel gemäss, da, wenn

B) Man befeſtige nun, unter übrigens gleichen Umſtänden, den Multiplicator in einer *horizontalen Lage*, (ſo daſs die Ebene in der ſeine Windungen liegen, wagrecht ſey), und gebe der Nadel eine ſolche Einrichtung, daſs ſie nur einer *Inclination* oder *Elevation* folgen kann; ſo entſteht *a*) *erſtere*, oder *b*) *letztere*, je nachdem ihr Nordpol dem Strome links zu liegen kömmt, alles wie es nach Ampère's Regel ſeyn muſs. Die hierzu nöthige Einrichtung giebt man der Nadel dadurch, daſs man den Kork, oder das Hollundermark, durch den ſie geſteckt iſt, nicht an einen Faden hängt, ſondern mit einer Axe aus ſchwachem Meſſingdraht (einer Klavierſaite) verſieht. Sie wird durch denſelben, ſenkrecht auf die Nadel, und dicht über ihn, hindurch geſteckt, und auf die gegenüber ſtehenden Windungen des Multiplikators aufgelegt, wobei die Nadel durch Hin- und Herſchieben im Kork gehörig ins Gleichgewicht gebracht werden muſs, ehe der Kreis geſchloſſen wird.

2.

Iſt der Fingerhut am Multiplikator ſelbſt befeſtigt, ſo kann man *den ganzen Apparat* (verſteht ſich ohne Brettchen und Glasſtäbe und jetzt ohne Nadel) *an einen Faden* offener Seide irgendwo *aufhängen*, *ſo daſs er ſich nach allen Weltgegenden drehen kann*. *Nähert*

man ſich in der Richtung des Stroms das Geſicht dem Nordpol der Nadel zugewendet denkt, im Fall *c links* in die Richtung nach Norden, im Fall *d* in die nach Süden fällt, und gegen dieſe 200-fache Wirkung des electriſchen Stroms, die Wirkung des Erd-Magnetismus ſo gut als verſchwindet. *Gilb.*

man dann demſelben, wenn er geſchloſſen iſt, *einen Magnet*, der einige Pfund zu ziehen vermag, *ſo entſtehen Anziehungen und Abſtoſsungen des Apparats*, wie ſie zum Theil ſchon Erman an einem einfachen Draht in ſeinem Rotations-Apparat beobachtet hat.

a) Hängt die Ebene durch den Multiplikator *lothrecht*, ſo zieht der Nordpol des Magnets ihn von der linken oder rechten Seite der Fläche an, je nachdem der Strom geht. Von der entgegengeſetzten Seite thut daſſelbe der Südpol. Zwiſchen beiden Polen eines Magnets, z. B. eines Hufeiſens, gebracht, in der gehörigen Richtung, werden beide Flächen angezogen und der ganze Multiplikator folgt ſehr bereitwillig dem Hufeiſen überall hin.

b) Hängt die Ebene des Apparates *horizontal*, ſo ſieht man den ganzen Apparat vom Fingerhut aus (wo das ſich berührende Zink und Silber ſich befindet) in zwei Hälften getheilt, deren Gränzpunkte auf beiden Seiten gleich weit vom Fingerhut aus liegen (ohngefähr nach dem Bilde in Fig. 11 Taf. VIII). Die eine Hälfte (z. B. *a*) wird oberhalb der Ebene vom Nordpol eines Magnets angezogen, die andere Hälfte gegenüber (*b*) unterhalb der Ebene. Bei Annäherung des Südpols erfolgt das Gegentheil.

II. Es iſt wohl nicht nöthig zu bemerken, daſs wenn der *Strom* eine *entgegengeſetzte Richtung* als die oben unter I. *A* u. *B* angegebene nimmt, auch alle Erſcheinungen *entgegengeſetzt* ſind.

3.

Dieſer ganze Apparat oder Multiplikator iſt nun wohl nicht allein geeignet alle wichtigeren Verſuche

im Kleinen zu zeigen, sondern er muſs ohnfehlbar auch die Wirkung groſser Säulen auf einen ausgezeichnet hohen Grad bringen, und wird dadurch vielleicht manches das noch im Dunkeln liegt mehr ins Klare setzen, zumal wenn man den Kreis des Multiplicators viele Ellen im Durchmesser machte, und Magnetnadeln innerhalb und auſserhalb, um und an ihm in ihrem Verhalten prüfte. So viel kann man auch aus Versuchen sich überzeugen, daſs die anfängliche Meinung, als wenn der Schlieſsungs-Draht nur über oder unter der Nadel auf sie wirke, und horizontal neben ihr nicht, falsch ist. Denn wenn man in der Lage des Multiplikators I. *B* eine Nadel horizontal an einem Faden schwebend über oder unter irgend eine Stelle desselben hängt; so lenkt der Multiplikator sie eben so nach dem Ampère'schen Gesetze ab, als wenn man die Nadel in der vertikalen Stellung I. *A* unter oder über den Schlieſsungs-Draht bringt. Hiernach läſst sich nun nicht wohl eine *transversale magnetische Polarisation* des Schlieſsungs-Drahtes annehmen, sondern man muſs vielmehr einen *continuirlichen Strom* (oder irgend eine nach einer bestimmten Richtung ununterbrochen fortlaufende, in sich zurückkehrende Thätigkeit) in einer bestimmten *transversalen* Richtung zugeben. Ich zweifle wenigstens keinesweges, daſs ein Schlieſsungs-Draht, der so eingerichtet wäre, daſs man nach und nach alle seine Seiten, oder alle Theile der Peripherie seines Querschnittes, einer, in ihrer sonstigen Lage gegen ihn, unverrückt erhaltenen Magnetnadel zuwenden könnte, immer eine und dieselbe Ablenkung oder Wirkung auf den

Magnet hervorbringen werde. Mit einem fehr weiten Multiplikator liefse fich fo etwas ganz gut bewerkftelligen, indem man eine Seite deffelben fixirte, fo dafs der übrige Kreis fich um diefe als feine Axe mit fammt dem Fingerhut und Zink drehen liefse. Ift die Wirkung, wie ich aus Gründen vermuthe, bei fortgefetzter Umdrehung der Art nach immer diefelbe auf die Nadel; fo kann es keine Pole (die nothwendig Indifferenz-Punkte zwifchen fich vorausfetzen) in der Peripherie des Querfchnitts geben.

Doch genug für diefes Mal und vielleicht *fchon* zu viel.

Nachfchrift.

den 16 April.

Ich habe eben den zuletzt erwähnten Verfuch gemacht. Er fiel ganz fo aus, wie fich erwarten liefs. Der Schliefsungs-Draht hat in der ganzen Peripherie feines Querfchnitts ein und diefelbe Wirkung auf die Nadel. Ich habe mir nämlich einen kreisrunden Multiplikator von $1\frac{1}{2}$ Fufs Durchmeffer verfertigt, an welchem Fingerhut und Zinkdraht, 6 Zoll lang, nicht weit von einander, gehörig verbunden, an dünnen Drähten herabhingen, z. B. in *vertikaler* Lage, indem der dem Fingerhut und Zink gegenüber liegende Theil des Multiplikators fortwährend *unter* der Magnetnadel *im magnetifchen Meridian* erhalten wurde. Nachdem der pofitive Pol etc. rechts oder links war, wich die Nadel bei allmäliger gänzlicher Umwendung des unter ihr befindlichen Theils des Multiplikators um feine Axe ftets nach Often oder Weften. Wie man diefes aus einer transverfalen magnetifchen Polarifation erklären will, fehe ich nicht ein. Denn wollte man auch annehmen, dafs dicht beifammen abwechfelnd die freundfchaftlichen Pole an einander liegen; fo kämen fie theils an einander in Ruhe und wirkten nicht mehr nach aufsen, theils liefse fich gar nicht begreifen, wie ein Unterfchied der Ablenkung (z. B. nach Often oder Weften, je nachdem die pofitive Seite der elektrifchen Kette oder eines einzelnen Gliedes nach diefem oder jenem Ende des Drahtes zu liegt), Statt finden könne, da immer Nord- und Süd-Pol abwechfelten und ihre Folge nach jeder Richtung fich gleich bliebe. Ohne ein Strömen oder fortgehende Wirkung entweder vom Nordpol nach dem Südpol, oder umgekehrt, käme man doch nicht aus. Eine transverfale Wirkung mufs man übrigens auch fchon nach Ampère's Anficht dem Schliefsungs-Draht einräumen.

V.

Ueber barometrische Wind-Rosen,

von

Leopold von Buch, k. Khrn.

(Aus e. Vorlef. in d. Berl. Akad. d. W. v. 18 Mai 1819 *).

Daſs das Barometer gewöhnlich mit nördlichen Winden ſteigt, mit ſüdlichen fällt, iſt wohl nur wenigen Beobachtern entgangen; doch hat erſt Hr. Burckhardt in Paris die Gröſse dieſes Einfluſſes der Winde auf die Barometerhöhe zu beſtimmen verſucht. Er zeigte, daſs die mittlere Barometerhöhe von Copenhagen um mehr als 2''' verſchieden iſt, je nachdem man das Mittel aus Beobachtungen bei N- oder bei S-Winden zieht. Herr Ramond unternahm eine ähnliche Unterſuchung, nachdem er bemerkt hatte, daſs durch Barometer-Meſſung erhaltene Höhen-Angaben ſtets bei S-Winden kleiner, bei N-Winden gröſser ſind, als ſie es der Wahrheit gemäſs hätten ſeyn ſollen, und es weiſt ſein Werk über Barometer-Meſſungen nach, nicht blos wie der Stand des Barometers in Paris bei N- und S-Winden, ſondern auch wie er bei O- und W-Winden iſt. Doch giebt auch dieſes über die Bewegungen im Luftkreiſe noch nicht hinreichend Aufſchluſs, und es bleibt immer noch die Frage, ob das Fortſchreiten vom tiefſten Stand bei S-Winden zu dem höchſten bei N-Winden auf der öſtlichen und weſtlichen Seite gleich iſt? ob verſchieden für verſchieden gelegene Orte? und ob nicht die Differenzen der Stände bei verſchiedenen Winden nach den Monaten veränderlich ſind?

Um dieſe Fragen zu beantworten, haben mir die 5 Jahre von Beguelin'ſcher meteorologiſcher Beobach-

*) Ein Zuſatz zu dem Aufſatz in dem vorigen Stücke S. 294, über die Bewegungen des Barometers in Berlin. G.

tungen von Berlin gedient, welche meinem Auffatze über die Bewegungen des Barometers zu Berlin (*Ann.* vorig. Stück S. 294) zum Grunde liegen, und bei denen die ganze Windrofe in 8 Theile getheilt ift. Sie gaben mir, nach gehöriger Correction, den mittleren Barometerftand in Berlin: bei NO-Wind 336,62‴, bei S-Wind 333,06‴, und alfo zwifchen beiden einen Unterfchied von 3,56‴. Die Barometerhöhe kömmt von Weften her fehr viel langfamer als von Often her zum höchften Stand, bleibt lange in der Gegend des Culminationspunktes, und finkt dann fchnell wieder auf der Oftfeite gegen Süden herab.

Trägt man die jedem einzelnen Winde zukommende Barometerhöhe auf eine Wind-Rofe, und fucht nun die allgemeine mittlere Barometerhöhe, fo läfst fich diefe zwifchen den Winden auf der Rofe eintragen. Man kommt fo zu dem fonderbaren Ausdruck, dafs man die mittlere Barometerhöhe eines Ortes nach ihrer Richtung gegen die Erdpole angeben kann. So läuft die mittlere Barometerhöhe von Berlin von Weft 2′ gen NW nach Oft 30° 57′ 6″ gen SO, oder fehr nahe von W nach OSO; (f. Taf. VIII Fig. 12). Alle jährlichen Veränderungen oscilliren um diefe Linie her; man kann fie daher als eine in der Natur begründete, feftftehende anfehen, und ihre genaue Beftimmung und Erforfchung gehört offenbar zu den meteorologifchen Elementen, welche uns obliegt, für jeden Ort unferer Erdfläche eben fo forgfältig, als feine Breite, Länge und Erhebung über die See aufzufuchen.

Wären nur allein füdliche (warme) Winde die deprimirenden, und allein Nordwinde die erhebenden, wie man es allenfalls im grofsen Ocean erwarten könnte, fo würde die mittlere Barometerhöhe unmittelbar von Oft nach Weft laufen und die Wind-Rofe in zwei gleiche Hälften zertheilen; doch möchte auch fchon hierauf die Axen-Umdrehung der Erde ihren Einflufs äufsern, durch welche S- zu SW-Winden, und N- zu NO-Winden verändert werden. Aber es find die Winde weit mannigfaltiger modificirt durch die Lage und Erhebung der Continente, weil fie, wenn fie höhere Breiten erreichen, ihre Temperatur über Meeren weniger verändern, als über grofse Länderftrecken, welche fich nur langfam von der Erkäl-

tung des Winters zur gröſsern Erwärmung im Sommer heraufheben. In der deprimirenden Hälfte der Wind-Roſe wirken daher vereinigt die ſüdlichen und die Meer-Winde, und man könnte vielleicht dahin kommen, durch einen einfachen Ausdruck, durch eine Linie auf der Wind-Roſe, die Natur des Clima eines Ortes zu beſtimmen, in wie weit es ſich mehr der Natur eines See- oder eines Continental-Clima nähere; eine auch für das praktiſche Leben wichtige Beſtimmung, weil ſie im Voraus angiebt, welche Früchte man ziehen, und welche Büſche und Bäume man dem Winter ohne Schaden ausſetzen darf. Und eine Anſicht dieſer Directionslinie der mittleren Barometerhöhe in verſchiedenen Zeiträumen, würde mit einem Blicke zeigen, ob ſich hier die Zone des See-Clima, wie es in einem groſsen Theile von Europa jetzt wirklich der Fall zu ſeyn ſcheint, in der Breite über die Continente ausdehne, oder ob ſie ſich wieder zuſammen ziehe.

Ich habe daher für mehrere Orte, von denen einige ein ausgezeichnetes See-Clima haben, andere ganz und tief in der Zone des Continental-Clima verſenkt ſind, ähnliche Berechnungen als für Berlin zu machen verſucht, um die Directionslinien ihrer mittleren Barometerhöhen mit einander zu vergleichen. Dieſes hat aber mehr Schwierigkeit, als man Anfangs glauben ſollte. Eine der hauptſächlichſten liegt in der Natur ſelbſt. Wenn der Nordwind lange geweht hat, ſo wird die Atmoſphäre ſchwer, und das Barometer ſteht nun vielleicht viel höher, als es dem mittleren Stande dieſes Windes zukommt. Erſcheinen plötzlich ſüdliche Winde und ziehen das Barometer wieder herab, ſo kömmt die groſse Höhe, welche dieſe Winde vorfinden, ihnen nicht zu; man findet ſie aber doch in den Beobachtungen ihnen zugeſchrieben, und mit Recht. Denn wenn ſoll man anfangen zu glauben, daſs der Südwind nun ohne eine ihm fremde Modification wirke? etwa von der mittleren Barometerhöhe an? aber leicht möglich, daſs er wieder vertrieben wird, ehe er das Barometer zur mittleren Höhe herabgebracht hat, und ſein Einfluſs würde dann ganz verloren gehen. Für ſchnelle Auffindung der Reſultate noch unangenehmer iſt der Fall, wenn ein gewöhnlich deprimirender oder erhebender Wind nur wenige Hundert Fuſs hoch weht. Ein ſolcher vermag

keinen bedeutenden Einfluſs auf die Atmoſphäre auszuüben; iſt vielleicht nur zurückkehrender Wind in groſsen Wirbeln, wie ſie ſtets an den Gränzen vorhanden ſind, an welchen die deprimirende gegen den Pol herauf ſich bewegende Zone, der erhebenden von Norden herab kommenden begegnet, und die ſich über ganze Provinzen ausdehnen können. Dann wird in der That ein NO-Wind das Barometer nieder zu ziehen, ein SW-Wind es zu erheben ſcheinen. Vergleichungen mit correſpondirenden Beobachtungen über einen gröſseren Theil der Erdfläche, zu denen die Manheimer Ephemeriden ſo trefflich Gelegenheit geben, zeigen, welche Wind-Richtung eigentlich die herrſchende war. Ich habe von dieſer Erſcheinung in meinem angeführten Aufſatze mehrere auffallende Beiſpiele gegeben. In den Beobachtungsreihen muſs jedoch offenbar die niedrige Höhe dem NO-, die groſse dem SW-Winde beigeſetzt werden. Ueber ſolche Anomalien wird man nur Herr, durch Ziehung der Mittel aus einer groſsen Reihe von Beobachtungen; aber dann auch ziemlich gewiſs: das Geſetz der Natur tritt am Ende nothwendig aus der Menge der von allen Seiten umher liegenden ſtörenden Einflüſſe hervor. In der That iſt es der Bewunderung werth, wie regelmäſsige Veränderungen von einer ſolchen Kleinheit, daſs wir ſie auf unſern Inſtrumenten, wären ſie uns auch ganz rein gegeben, kaum noch beobachten könnten, durch die Mittel aus einer groſsen Zahl auch nur ſehr oberflächlich angeſtellter Beobachtungen mit gröſster Klarheit hervortreten. Wer möchte es z. B. unternehmen, tägliche Veränderungen von $\frac{1}{10}$ oder gar von $\frac{1}{20}'''$ unmittelbar zu beobachten; die Mittel vieler Beobachtungen geben dieſe Veränderungen ganz deutlich, und um ſo ſchneller, je ſorgfältiger man beobachtet hat.

Eine andere und ſehr bedeutende Schwierigkeit, zu barometriſchen Reſultaten zu gelangen, liegt in der Art, und in der wenigen Sorgfalt, mit welcher ſo häufig die barometriſchen Beobachtungen angeſtellt werden. Man glaubt immer noch, daſs man die Freiheit habe, ſich die Stunden der Beobachtung nach Gefallen zu erwählen, ungeachtet ſchon ſeit mehr als 30 Jahren Chiminello und Planer gezeigt haben, wie genau auch in höheren Breiten die Stunden der täglichen gröſsten und kleinſten Höhen des Barometers beſtimmt

find; nämlich 10 oder 11 Uhr Vormittags für die gröſste Erhebung, 4 Uhr Nachmittags für den niedrigſten Stand. Da es keine Urſache giebt, eine Stunde vor der andern zu erwählen, wenn man die Wirkung der Winde aufſuchen will, ſo ſind es offenbar dieſe Stunden der täglichen Extreme, welche man zur Beobachtung aufſuchen muſs. Sonſt wird unnöthig mit den Wirkungen der Winde vermengt, was der täglichen Veränderung zukommt. Noch ſchlimmer iſt es, daſs man die Barometer-Beobachtungen nicht auf einerlei Temperatur reducirt; man hat ſogar wohl gemeint, eine ſolche Correction ſey überflüſſig und unnöthig. Wie unumgänglich nothwendig ſie iſt, geht daraus hervor, daſs der Mittelſtand des Barometers aus uncorrigirten Beobachtungen, an demſelben Orte, für verſchiedene Jahre wohl bis auf 2''' abweichen kann, dagegen corrigirte für jedes Jahr dieſelbe mittlere Barometerhöhe, oft bis zu Hunderttheilen einer Linie, und faſt nie über wenige Zehntheile einer Linie verſchieden, geben.

Die Manheimer Ephemeriden enthalten Beobachtungsreihen von *Petersburg* und von *Moskau*; beides ſind *Continental-Oerter*, deren barometriſche Wind-Roſe, mit der Berliner verglichen, gar ſonderbare Reſultate verſpricht. Allein die Beobachtungen ſind nicht corrigirt, daher gänzlich unbrauchbar. Das Barometer ſteht an dieſen Orten im Sommer in einer Temperatur, welche allein ſchon die Queckſilber-Säule wahrſcheinlich um die ganze Differenz zwiſchen dem mittleren Stande bei N- und S-Wind erhebt, wenn man ſie mit derjenigen vergleicht, in welcher das Barometer den Winter hindurch zu ſtehen pflegt. Ich habe mich daher nach einer beſſer beſtimmten Beobachtungsreihe eines Continental-Ortes umſehen müſſen. Erſt *Ofen* bot ſie mir dar, welches zwar in 47° 29' Breite, und daher ſchon 5° 4' ſüdlicher als Berlin, dafür aber auch in einem ausgezeichneten Continental-Clima liegt. Zur Beſtimmung des See-Clima habe ich die Beobachtungen von *Middelburgh* in Seeland, in 51° 31' Breite liegend, berechnet. Haben auch das vorliegende England und Irland hier wohl ſchon Einfluſs auf das Clima, ſo wirkten ſie doch nicht ſo viel, um nicht manche Eigenheiten der Seelage deutlich bemerken zu laſſen. Von beiden Orten habe ich die Wind-Roſen für dieſelbe Jahresreihe gezeichnet, wie

für die Berliner (Fig. 13, 14), und über beide werde ich mir jetzt einige Anmerkungen erlauben.

Es ist auffallend, wie hoch in Middelburgh die Linie der mittleren Barometerhöhe gegen NW heraufgeht, so sehr, dass es wohl Jahre giebt, in welchen diese Linie den NW-Punkt fast völlig erreicht. Das ist also die deprimirende Wirkung der Meerwinde, welche sich hier mit der der südlichen Winde vereinigt. Allein schnell geht diese Wirkung in die erhebende des N-Windes über, und fällt noch viel schneller zwischen O und SO wieder herunter. — Wenn in Berlin die nördliche Hälfte der Wind-Rose bei Weitem an Inhalt die südliche übertrifft, so ist in Middelburgh im Gegentheil die südliche grösser. Es giebt der erhebenden Winde nicht so viele, der deprimirenden mehr. — Die Atmosphäre über dem Meere ist viel grösseren Veränderungen unterworfen als über Orten, welche in gleichem Breitengrade auf dem Continente liegen. Während in *Berlin* die Differenz zwischen den nördlichen und südlichen Winden 3,56‴ beträgt, bringt in *Middelburgh* der N-Wind das Barometer auf 338,06‴, der S-Wind auf 333,93‴, beträgt also der Unterschied 4,13‴. Und das bestätigt sich auch in den Veränderungen der einzelnen Monate:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Middelburgh	16,52	18,45	13,8	12,37	10,08	8,95
Berlin	16,48	15,45	13,9	11,16	9,48	7,64
Ofen	13,84	10,64	11,4	9,2	7,02	5,64
	Juli	**Aug.**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dec.**
Middelburgh	8,58	9,12	13,32	11,5	15,36	16,15
Berlin	7,94	7,34	11,28	11,04	14,4	14,22
Ofen	4,68	5,92	8,12	6,54	11,34	13,14

Man würde also aus der Curve der Barometer-Veränderungen, welche fast in allen Theilen höher liegt als die Berliner, leicht glauben können, Middelburgh läge nördlicher als Berlin, da es doch südlicher liegt. Dafür ist aber auch die Curve (Fig. 13) viel regelmäfsiger, und nicht so spitz in ihren untern Theilen, als es bei einem nördlicher gelegenen Orte der Fall seyn würde. Sehr viele kleine Schwankungen, welche das Barometer in Continent-Orten im Winter in fast fortwährendem Zittern erhalten, sind am Meere wenig oder kaum merklich; es sind grosse Wellen, die sich gegenseitig vertreiben, vielleicht ohne von den zurückkehrenden

wirbelnden Winden (*vents de remoux*) gestört zu werden, welche auf dem festen Lande so unregelmäſsige Bewegungen des Barometers hervorbringen.

Wie sehr anders ist dagegen die barometrische Wind-Rose von *Ofen!* (s. Fig. 14.) Wie klein sind hier die Veränderungen! Das Barometer hat 330,62''' im höchsten, 328,27''' im tiefsten mittleren Stande, welches nur 1,35''' Unterschied ist. Und höchst auffallend giebt es hier *vier* Linien der mittleren Barometerhöhe. Nicht blos geht die eine von WNW gegen SSO, sondern es erscheint ein neuer Depressions-Abschnitt in Ost. Eben so merkwürdig gehört die gröſste Erhebung nicht einem der nördlichen, sondern dem SO-Winde; woher es auch wahrscheinlich geschieht, daſs die gröſste Depression nicht in S, sondern völlig in SW geschieht. Läge hier ein bedeutendes Meer nicht fern in Osten, so hätte die Linie der mittleren Barometerhöhe fast völlig in Norden heraufgehen können. W und NW sind auf dieser Wind-Rose so wenig verschieden, daſs die Mittellinie fortwährend zwischen beiden Punkten schwankt, und selbst der N erhebt sich gar wenig über den NW. Man sieht, deprimirende Meerwinde wirken hier nicht, sondern allein die wärmeren Winde niederer Breiten. Was aber die bedeutende Erhöhung in SO, was die Erniedrigung in O verursacht, das zu erörtern, würde eine genauere Kenntniſs des Landes und der Gebirge erfordern, als wir besitzen. Wahrscheinlich geben hinter einander fortliegende Reihen von Gebirgen dem SO-Winde seinen eigenthümlichen Charakter. Dagegen mag die ungeheure wassergleiche Ebene zwischen der Theiſs und der Donau, welche der Stadt Ofen in Osten liegt, durch ihre Erwärmung deprimirend auf das Barometer wirken. Flinders hat in seinem Aufsatz über die Bewegungen des Barometers an den Küsten von Neu-Holland, durch Beobachtungen gezeigt, daſs auſserhalb der Wendekreise die von dem festen Lande wehenden warmen Winde, (sie kamen von ausgedehnten erwärmten Flächen her), stets die deprimirenden waren, so sehr, daſs bei dem Fallen des Barometers man den nahen Eintritt des Landwindes mit Gewiſsheit voraussagen konnte. So mag es auch in Osten von Ofen seyn. Immer ist es sichtlich, daſs die nördliche Halbkugel hier einen gröſseren Einfluſs hat als die südliche; der geringe Abschnitt in Osten ersetzt nicht, was

die Linie der mittleren Barometerhöhe in Süden herabgedrückt ist. Wir haben hier das Bild des Clima eines Ortes, welcher den die Temperaturen ausgleichenden Meerwinden entrückt ist; welches recht ausführlich und in den mannigfaltigsten Verhältnissen auch die scharfsinnigen und genauen Beobachtungen Wahlenberg's erläutern, bei dem, wie so vieles andere, auch diese Ansichten recht klar und gründlich entwickelt sind. Man ist es gewohnt, sich Ungarn als ein warmes Land zu denken, beinahe Italien gleich, da es feurige Weine und treffliche Früchte hervorbringt; man wundert sich über die Veränderung des Clima seit Ovid's Zeiten, in welchen die Donau bis gegen das Meer gefroren war, und meint, so etwas sey doch jetzt im Tokaier Lande nicht denkbar. Im Grunde aber erwähnt man in Ungarn nur das bessere Clima, nie den Winter, fast eben so, wie man bei Sibirien nur an die kalten Winter, nicht an die warmen Sommer zu denken pflegt, welche Pflanzen hervorbringen, wie unser Clima sie nicht erzeugt. Aber Wahlenberg hat aus täglichen Extremen der von Pasquich angestellten *Ofener* Beobachtungen die mittlere Temperatur für diesen Ort gesucht, und findet zwar wohl für die mittlere Temperatur des ganzen Jahres 8,48°, das ist völlig 2,4° mehr, als es Hrn Tralles Beobachtungen für Berlin ergeben; allein die mittlere Temperatur des Januar ist nur — 2° R., ja für die letzte Hälfte des Januar nur — 4° R., indess in Berlin die Temperatur des Januars — 1,75° R. ist. Der Winter ist daher in Ofen um vieles kälter als in Berlin, und das bis in den April fort; auch finde ich in den Manheimer Ephemeriden, dass die Donau dort im December fast jedes Jahr bis zum Ueberfahren gefroren ist, und dieses zum wenigsten 14 Tage, manchmal einen Monat lang bleibt. Bei dieser Wärme des Sommers und Kälte des Winters begreift man es wohl, wie hier keine immergrünen Büsche ausdauren, so wenig als so manche Bäume, welche ihr Laub den ganzen Winter durch erhalten, der Epheu, die Stech-Palme (*Ilex Aquifolium*), der *Ulex*, *Rhododendrum ponticum*, und noch weniger Lorbeeren und Myrthen. Was aber dagegen ein warmer Sommer von 17,6° R. Mittel-Temperatur im August, wenn Berlins Sommer in diesem Monat nur 13,5° erreicht, vom April bis zu Ende Oktobers auf Hervorbringung geistreicher Weine und mannigfaltiger jähriger, spätblühender Gewächse und spätreifender Früchte bewirken könne, das bedarf keiner Auseinandersetzung. Sogar alle sonderbaren Anomalien der Karpathischen Gebirge, welche Wahlenberg mit so viel Umsicht als Genauigkeit aufgezeichnet hat, scheinen sich aus der eigenthümlichen Natur dieser Continental-Curve der Temperatur herleiten zu lassen. Die Baumgränze bleibt hier tiefer an den Bergen, als in der Schweiz, weil ihr der kältere Winter das Aufsteigen nicht erlaubt. Dagegen steigt die Schneegränze sehr hoch, weil sie nur von der Wärme des Sommers, nicht von der Kälte des Winters abhängig ist. Daher ist auch hier eine Veränderung des Clima gegen vorige Zeiten, zum wenigsten nicht erwiesen. Könnte aber eine solche Veränderung im Laufe der Zeiten erfolgen, so würde die barometrische Windrose dieser verschiedenen Zeiten sogleich angeben, von woher man die Ursachen dieser Veränderungen zu suchen habe, welche Winde mehr oder weniger deprimirend, welche erhöhend geworden sind, und auf welche Art sich dem zu Folge die Richtungs-Linie der mittleren Barometerhöhe verändert hat.

Druckfehler: S. 283 Z. 12 setze 8° statt 10°, als mittl. Temp. von Genf. S. 295 Z. 10 setze 112 statt 102 Fuss; eben so S. 296 Z. 11 v. u.

E ZU HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

Tag	BAROMETER 8 Morg. p. Lin.	12 p.	R. Uhr	WINDE Tags		WINDE Nachts		WITTERUNG Tags	WITTERUNG Nachts	Übersicht der Tage	
1	331, 33	32	0, 9	SW. N	2	O	3	tr.	tr. wnd.	heiter	
2	33 30	33	2	NO. O	1. 2	still		dgl. Nbl	tr.	schön	4
3	33 31	34	6	SW. SO	2	SO	2	dgl. u. Reg. u. Dft.	tr. Dft.	verm.	7
4	33 85	33	9	O	4	O	4	tr. sehr strm.	tr. strm	trüb	16
5	35 53	36	4	oso	3	oso	3	ht. wnd. Abr	ht. wnd	Nebel	5
6	37 09	36	8	SO. S	2. 3	S	3	ht. Nbl Mrg. Abr.	ht. wnd	Duft	1
7	32 64	31	8	ssw	3	SW	3	tr. etws Reg. wnd.	tr. Rg. wnd	Regen	9
8	30 38	29	6	S. ssw	3	S	3	tr. wnd	tr. Rg. wnd	Rg. Sch.	2
9	28 99	29	6	SW. W	3	wnw	2	tr. Reg. Wnd	tr. Wnd	Schnee	2
10	31 92	31	4	ssw. wsw.	3	W	1	tr. schrf Reg. wnd.	tr.	Schloss.	2
11	33 17	33	0	W	2. 3	W	2	tr. etws Reg. Abr.	sch.	windig	8
12	34 45	34	2	W, NW	2	ssw	1	vr.	tr.	stürm.	6
13	33 12	34	4	W. NW	1	still		tr. Gegen-Nbl	tr. still		
14	35 67	35	5	SW. W	2	NW	2	tr. etws Nb.	tr. fein Rg.	Nächte	
15	36 82	37	8	NW	4	wnw	3	tr. strm.	tr. wnd	heiter	10
16	38 07	3[illegible]	0	W. wsw	3	wsw	2	sch. wnd	ht.	schön	2
17	37 00	3[illegible]	3	wsw	2. 3	ssw	2	ht. Mrg. Abr.	ht.	verm.	
18	30 38	2[illegible]	7	SW. wsw	4	SW	4	vr. strm.	vr. stmRg u. Sch	trüb	18
19	23 97	2[illegible]	6	SW. wsw	3	SW	3	trSchRgSchl Abr. st	tr. wnd	Nebel	
20	25 90	2[illegible]	9	SW	4	SW	4	tr. [illegible]	tr. [illegible] Rgtrpf	Duft	1
21	25 75	2[illegible]	4	ssw W	4. 3	NW	2	tr. gel Sch Rg. [illegible]	tr. still	Regen	1
22	28 23	2[illegible]	2	NW. SO	2	NW	2	tr. Sch. Abr.	tr. Sch.	Sch. Rg	1
23	33 18	3[illegible]	7	NW. N	2. 3	N	1	vr.	ht.	Schnee	1
24	36 21	3[illegible]	1	S	2. 3	SO	2	sch.	ht.	windig	10
25	33 80	3[illegible]	1	SW. oso	3	oso	3	ht. wnd.	ht. wnd	stürm.	2
26	31 54	3[illegible]	8	S. wsw	2	N	2	vr.	tr.		
27	32 41	3[illegible]	3	O. S	3. 2	sso	3	vr. Nb. Abr.	vr. wnd	Mgrth	2
28	32 16	3[illegible]	0	S SO	3	SO	2	sch. wnd. Abr.	ht.	Abrth	9
29	30 05	2[illegible]	3	SO. oso	3. 2	SO	1	sch.	ht.		
30	30 49	31	5	nnw	2. 3	nnw	1	vr.	ht.		
31	30 94	30	5	NW	2	O. still		vr.	tr.		
Med	332 440	32, 27		westl.		westl.		Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155			

Zeit		[H]ygrometer
		64°, 29
	de[illegible]	+ 2, 09
		− 8, 72
8	m + 0''', 04[illegible]	+ 0, 24
12	m	+ 4, 49
2	m − 0, 200	+ 10, 59
6	m − 0, 164	+ 23, 57
10	m − 0, 006	− 34, 09
		57, 66
		[illegible]. = 23,3°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats März;

31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	332''',399	+ 5°, 65	433 Fus, 164
dav. sind 2 bei nördl. Wd.	m − 1, 809	m + 1, 82	m + 140, 088
5 bei östlich. -	m + 1, 236	m − 2, 87	m − 90, 870
13 bei südl. -	m − 1, 140	m + 0, 17	m + 80, 850
11 bei westl. -	m + 1, 115	m + 0, 77	m − 80, 982

Erklärung d[er Zeichen] ... Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. windig oder [M]g. Morgenroth, Ab. Abendroth.

Ergänzung. [G]rösste Veränd. = 18,0°.

elken. ... 1801

Vo ...hds tritt der Voll-Mond ein und ihn begleitet eine kenntliche ... da kurz vorher der Mond in ster Erdferne stand.

Am 19. bis $\frac{1}{2}$8 U. heftig Regen, von 8 bis 11 stark Schnee ab- ... Reg. und Schlossen, grosse Cirr. Str. Massen ziehen hierauf scharf ... besond. Nachmittgs heitere Stellen und haben Mittgs mit Cum. ... Cum. Str. sich gemenget. Abds und Nchts dünne Decke mit Cirr. ... hen Stellen. Am 20. früh wie gestern. Abds, Mittgs drängen gro- ... assen sich über einander und bedecken Abds ganz; einz. Reg. u. ... 11 U. 1' 56'' Abds Eintritt des Frühlings-Aequinoctii. Am 21. ... bis 2 U. stark Reg. und Wind, Tags stark und wolk. bed., Abds ... Teilung der Decke auf die Weise, dass oben Cirr. Str. fest stehen- ... ter diesen hinziehen. Am 22. wolk. starke Bed.; früh am lich- ... m. von 8 bis 10 U., um 5 und von 8 bis 9 Schnee. Am 23. Cirr. ... ht, oben einzeln Tags, um Mittg auf dünner Decke matte Cum. ... r. Am 24. früh heiter, fast wie gestern. Am 25. heiter, bisweil- ... von Cirrus und Abds einige Cirr. Str. am NW Horiz. Am 26. ... n Cirrus aus dem um 8 U. durch Cirr. Str. eine wolk. Decke ... t, die Tags über und noch Nchts, fortbestehet. Das letzte Viertel ... s um 9 U. 45' Abds eintritt, kömmt daher mit trüber Witterung.

... Wolkige starke Bed. sondert sich rundlich, mehr und mehr und ... re Stellen, Abds wechseln einzelne Cirr. Str. Gruppen und Nchts ... it heiteren Stellen. Am 28. früh löst sich gleiche Decke in Cirr. ... stehen diese und Cumuli, zerstreut auf heiterem Grunde u. Nchts ... D. Am 29. früh Cirrus, oft in dichten Streifen, verbreitet, Mttgs ... mit Cirro Str., zwischen denen heitere Stellen; die Wolken sen- ... n den Horiz. und Nachts ist es heiter. Am 30. überall Cirrus- ... etterbaum ist von denselben gebildet, der sich aus nnw erstreckt, ... werdende gleiche Decke, Abds und Nchts aber, wiederum heiter. ... de in ihrer mittleren Entfernung von der Sonne. Am 31. Cirr. ... r mehr und minder bedeckend, nehmen gegen Abend zu und be- ... Ganz und gleichförmig.

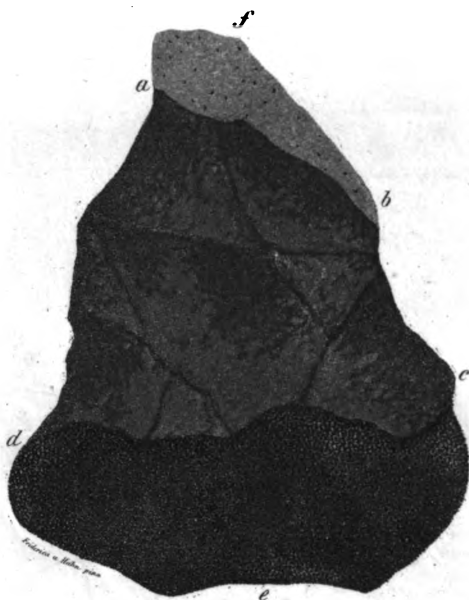
U

he

ül

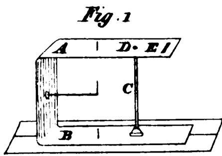
... ris *Monats*: Meist trüber Tage ungeachtet freundlich, und ohne ... rmometerstände Anfangs, warm; günstig stehende Pfirsich- und ... ne blüheten. Bei anhaltend heftigen westlichen Winden oft tiefer ... und höchst bedeutende Variation des Hygrometers.

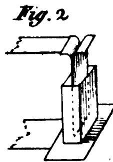
Taf. VII.

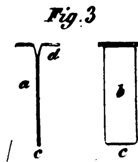


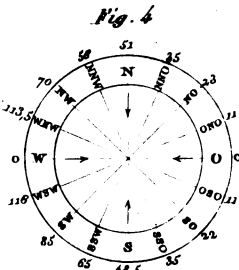
Dünaburgscher Meteorstein 1820. Juny 30

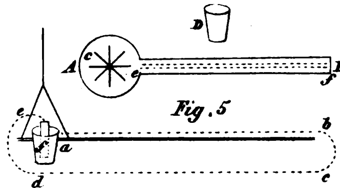
a. f. b. eine erdige Bruchfläche
a. b. c. d. eine metallische Schicht von Schwefel-Eisen-Nickel
c. d. e. die chagrinartige Rinde

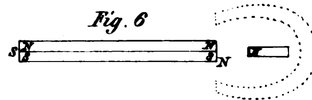

Fig. 1
A
D
E
C
B

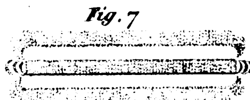

Fig. 2

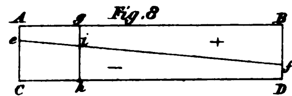

Fig. 3
d
a
b
c
c

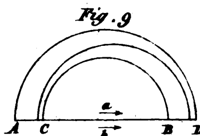

Fig. 4
51
N
S
W
O
0
0
70
85
65
48,5
35
22
11
23
113,5
118
NW
NO
ONO
OSO
SO
SW

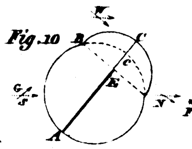

D
A
c
e
B
f
Fig. 5
e
a
b
d
c

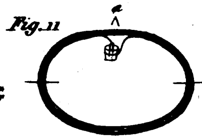

Fig. 6
S
N
N
S
N

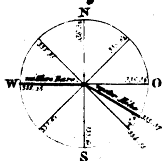

Fig. 7

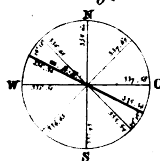

A
g
Fig. 8
B
e
i
+
−
f
C
h
D

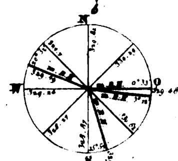

Fig. 9
a
b
A
C
B
D

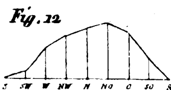

Fig. 10
B
C
c
E
A
N
O

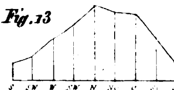

Fig. 11
a

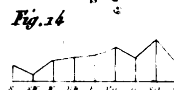

N
W
O
S


N
W
O
S


b
N
W
O
S


Fig. 12
S
SW
W
NW
N
NO
O
SO
S


Fig. 13


Fig. 14



